SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEN

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

G. TSCHERMAK.

WIEN.

—

ALFRED HÖLDER

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER.

I. ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder,** k. k. Hof- & Universitäts-Buchhändler in Wien
Rothenthurmstrasse 15.

Im Verlage der **Hahn'schen Buchhandlung** in Hannover ist soeben erschienen:

Die Wealden-Bildungen der Umgegend von Hannover.

Eine geognostisch-paläontologisch-statistische Darstellung

von

C. Struckmann.

Mit 5 Taf. Abbildungen. 1880. Quart. 12 Mark.

Früher erschien in gleichem Verlage:

Struckmann, C., der Obere Jura der Umgegend von Hannover, mit 8 Taf. Abbildungen. 1878. Quart. 16 Mark.

Geologische Uebersichtskarte

von

BOSNIEN-HERCEGOVINA.

Von

Dr. Edm. v. Mojsisovics, Dr. E. Tietze und **Dr. A. Bittner.**

(Zugleich Ergänzungsblatt zur „Geologischen Uebersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie", nach den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt von Franz Ritter von Hauer.)

Ein Blatt Kunstdruck in 21 Farben. — Maassstaab 1 : 576.000.

Preis der Karte sammt den dazu gehörigen Erläuterungen und 3 lithographirten Tafeln fl. 10 = 20 Mark.

DIE DOLOMITRIFFE

von

SÜDTIROL UND VENETIEN.

Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen

von

Edmund Mojsisovics von Mojsvár.

Mit **30 Lichtdruckbildern, 110 Holzschnitten** und einer

GEOLOGISCHEN ÜBERSICHTSKARTE

des

Tirolisch-Venetianischen Hochlandes zwischen Etsch und Piave

in 6 Blättern; (drei Blätter in der Bildgrösse $^{38}/_{68}$ Cm. und drei in der Bildgrösse $^{38}/_{54}$ Cm.) Kunstdruck in 43 Farben.

Preis fl. 19 = 38 M., eleg. geb. fl. 22.50 = 45 M.

Verlag von **Alfred Hölder,** k. k. Hof- & Universitäts-Buchhändler in Wien
Rothenthurmstrasse 15.

Bayerische Staatsbibliothek München

VII. Ueber die optische Orientirung der Plagioklase.

Von **Max Schuster.**

(Mit 3 Tafeln und 3 Holzschnitten.)

I.

Historische Uebersicht.

Es gibt wohl kaum eine zweite Familie im ganzen Mineralreiche, über welche uns seit den ältesten Tagen mineralogischer Forschung bis in die jüngste Zeit eine solche Fülle der gründlichsten Untersuchungen und Beobachtungen überliefert worden wäre, als über die eben so wichtige als vielfach interessante Gruppe der Feldspathe.

Wer immer sich die Mühe nimmt, in der reichen diesbezüglichen Literatur ein wenig nachzuschlagen, der wird hier die glänzendsten Namen verzeichnet finden; die bedeutendsten Fachgelehrten haben sich um unsere Kenntniss über diesen Gegenstand verdient gemacht. Es wird ihm aber auch sofort klar werden, dass man das Capitel über Feldspathe naturgemäss in zwei Abschnitte bringen müsse. In den ersten fällt zunächst die Entdeckung der verschiedenen wichtigsten Feldspatharten.

Es genüge in dieser Beziehung daran zu erinnern, dass, während der saxum spatum (Agricola Bermannus) und der Adular schon längst gut bekannt und beispielsweise schon von Hauy das Krystallsystem richtig aufgefasst war, unsere Kenntniss der triklinen Feldspathe erst aus dem Anfange dieses Jahrhunderts datirt, — den Labradorit ausgenommen, welcher schon 1775 auf der Paulsinsel durch sein schönes Farbenspiel auffiel. Nun folgte eine Reihe monographischer Arbeiten, welche uns mit der Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit der Formen und Zwillingsbildungen der wichtigsten Feldspathe vertraut machen und über die Dimensionen und Winkelverhältnisse derselben genau unterrichten.

In gleicher Weise wendete man auch den übrigen physikalischen Eigenschaften, der Bauweise und endlich der chemischen Constitution derselben eine immer grössere Aufmerksamkeit zu; es wurden zahlreiche einschlägige Versuche und chemische Analysen angestellt, deren Resultaten man in Formeln Ausdruck zu geben suchte.

Allein bald musste man sich überzeugen, dass die schroffe Gegenüberstellung von Orthoklas, Albit, Oligoklas, Andesin, Labradorit und Anorthit den thatsächlichen Verhältnissen nicht vollkommen entsprechen könne.

Viele der neu aufgefundenen Feldspathe liessen sich mit den bereits bekannten nicht gut identificiren, man sah sich genöthigt, immer neue Species aufzustellen und es kam eine Zeit, wo man sich fast keinen anderen Ausweg wusste, als jedes neu analysirte Mineral, sofern es von den früheren verschieden befunden wurde, mit neuem Namen zu belegen.

Das Streben, dieser Verwirrung ein Ende zu machen und der Wunsch nach Vereinfachung der über vorliegenden Gegenstand herrschenden Anschauungsweise war bald allgemein.

Die Feldspathstudien, welche Tschermak unter dem Titel: „Chemisch-mineralogische Studien“ in der Sitzung am 15. December 1864 d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien (Bd. L) vorlegte, kamen daher einem dringenden Bedürfniss entgegen und waren durch die geniale Art, in welcher sie die vorhandenen Schwierigkeiten beseitigten, von geradezu epochemachender Wirkung.

Der Verfasser hat hier nicht blos auf chemischer Grundlage den speciellen Beweis (wie er selbst sagt) dafür erbracht, dass alle Feldspathe, von seltenen Ausnahmen abgesehen, nur Gemenge von drei Feldspathsubstanzen seien, welcher Gedanke, in etwas anderer Form freilich, dem gelehrten Hunt zur Ueberzeugung geworden war, nachdem Sartorius v. Waltershausen, Rammelsberg und Scheerer ihn zum Theile schon früher angedeutet hatten — er entwirft vielmehr in der erwähnten Schrift ein so klares und treffendes Gesammtbild von der ganzen Feldspathgruppe, dass es wahrlich Niemanden wundern darf, wenn seither das Interesse für die letztere wo möglich noch beständig gestiegen ist.

Da nun die neue Theorie für sämmtliche Anschauungen auf diesem Gebiete des Wissens bald von solchem Einflusse wurde, dass dieselben in Folge dessen entweder gänzlich umgestürzt oder doch wesentlich modificirt wurden, so dürfen wir wohl mit Recht sagen, mit ihrem Erscheinen habe ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Feldspathe begonnen.

Wenn die Tschermak'sche Lehre, nach welcher die gesammten Feldspathe (zunächst nach ihrem Eigengewicht und ihrer chemischen Constitution) eine geschlossene Reihe bilden, heute fast allenthalben zur Anerkennung gelangt ist, so war es doch unvermeidlich, dass dieselbe in der ersten Zeit bisweilen missverstanden und beispielsweise mit der alten Sartorius'schen Ansicht direct verwechselt wurde; auch dürfen wir nicht vergessen, dass von Seite der Chemiker namentlich sogleich mehrfache Bedenken dagegen erhoben wurden. Diese sind nunmehr nach den von Tschermak selbst 1869 und später wiederholt, dann von Streng, Rammelsberg, König, Bunsen und endlich G. vom Rath gegebenen Erklärungen so gut als beseitigt anzusehen. Hier verdient mit besonderer Anerkennung hervorgehoben zu werden, dass G. vom Rath, welcher mit der neuen Lehre von vorneherein wenig einverstanden war, sich sofort offen für dieselbe erklärte, sobald er durch eine Reihe eigener, sehr gründlicher Untersuchungen, zuletzt an den Andesgesteinen, sich überzeugt hatte, dass in der That jede vertrauenswürdige Analyse damit in vollkommenem Einklange stehe.

Aber auch in den neueren Forschungen auf dem Gebiete der Krystallographie begegnen wir in der Folge mancher beachtenswerthen Thatsache, welche, wie sich gleich zeigen wird, ebenfalls zu Gunsten der neuen Theorie spricht, ganz abgesehen davon, dass ja die grosse Analogie in den Formen der Feldspathe überhaupt und der Isomorphismus der Plagioklase insbesondere nicht unwesentlich zu ihrer Bestätigung beiträgt. Dies gilt in hervorragender Weise von den eingehenden Studien, deren Resultate G. vom Rath in seinem höchst interessanten Aufsatze „Ueber die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogenannten Periklingesetze und über eine darauf gegründete Unterscheidung derselben“ [1])

---

[1]) Monatsber. der kön. Akademie der Wissensch. Berlin, 24. Febr. 1876.

seinerzeit veröffentlicht hat. Nachdem der genannte Forscher bereits früher klar erkannt hatte [1]), dass man die periklinähnlichen Zwillingsverwachsungen des vesuvischen Anorthites sich entstanden denken könne durch Drehung des einen Individuums um seine querverlaufende Axe (Makroaxe) um einen Winkel von 180°, gelang es ihm l. c. nicht nur, den Nachweis zu liefern, dass auch beim Periklin und den übrigen Plagioklasen das gleiche Gesetz zum Ausdruck komme (während Kayser u. A. für gewisse Fälle eine in der Fläche *P* zur Brachydiagonale senkrecht gezogene Linie als Zwillingsaxe annehmen wollten), — sondern auch zu zeigen, dass in krystallographischer ebenso wie in chemischer Beziehung ein allmäliger Uebergang vom Albit zum Anorthit durch eine Reihe von Zwischengliedern vermittelt werde.

Seine Untersuchungen führten nämlich auf die merkwürdige Thatsache, dass bei den Zwillingen des Periklingesetzes die Verwachsung der Individuen in der Regel gar nicht längs der Zwillingsebene erfolgt, d. h. längs jener zur makrodiagonalen senkrechten Ebene, nach welcher sie symmetrisch gebildet sind, sondern dass als Trennungsfläche der Zwillingsindividuen sehr häufig eine Ebene auftritt, welche nicht einmal einer beobachteten Krystallfläche entspricht, dagegen in ihrer Lage mit dem sogenannten rhombischen Schnitte vollkommen übereinstimmt, weshalb die auf *M* erscheinende Zwillingskante und die Trace des rhombischen Schnittes auf *M* gleiche Richtung besitzen.

Unter unendlich vielen durch die Makrodiagonale gelegten Ebenen gibt es eben nur eine einzige von der Beschaffenheit, dass auf ihr die Durchschnittslinie der linken Längsfläche und des linken Prisma's denselben Winkel einschliessen, wie diejenigen der rechten Prismenfläche und der rechten Längsfläche. Diese Ebene ist es, welche G. vom Rath als „rhombischen Schnitt“ bezeichnet, und welche auch als Verwachsungsebene beim Periklingesetze auftritt. Ihre Lage gegen die Endfläche (*P*) des Krystalles wird schon von der geringsten Aenderung der Prismenwinkel, sowie des davon meist abhängigen Winkels γ (der Längsaxe mit der Queraxe) ziemlich stark beeinflusst. Es ist deshalb leicht einzusehen, dass die

---

[1]) Poggend. Ann. Bd. 138, S. 449 ff., Bd. 147, S. 22 ff.

Zwillingskanten auf M, welche nicht etwa blos eine Erscheinung der Oberfläche sind, sondern Trennungsebenen angehören, welche durch den ganzen Krystall fortsetzen, einerseits bei ein- und ausspringendem Winkel der Flächen M, ein eminentes Erkennungszeichen für die Verwachsung nach dem Periklingesetze bilden werden, andererseits durch ihre Neigung gegen die Kante P/M die Winkelverhältnisse der verschiedenen Plagioklase ganz besonders deutlich zum Ausdrucke bringen müssen.

G. vom Rath hat nun eine grössere Anzahl von Vorkommnissen bezüglich der Lage dieser dem rhombischen Schnitte entsprechenden Zwillingskanten auf der Längsfläche näher untersucht und ist dabei zu Resultaten gelangt, deren Uebereinstimmung mit den aus der Tschermak'schen Theorie sich ergebenden Thatsachen augenscheinlich ist.

Beim Albit fand G. vom Rath die Zwillingskanten auf M gegen die Verticalaxe stärker geneigt als die Kante P/M, ihren Winkel mit derselben Kante schwankend zwischen 22° (so im Albit von Kragerö und Hyposklerit von Arendal) und 13° (so an dem grossen Durchkreuzungszwillinge von Pfunders). Bei den Oligoklasen war der gefundene Winkel im allgemeinen viel kleiner, etwa 4° im Esmarkit, einem Plagioklas von Vestre Kjörrestad in Bamle und einem schönen Oligoklaskrystall von der Grube Langsev bei Arendal, während die Oligoklase von Niedermendig, Antisana, vom Vesuv und der Andesin vom Vesuv eine zur Kante P/M nahezu parallele Zwillingsgrenze zeigten. Für den Andesin würde nach G. vom Rath dieser Parallelismus überhaupt charakteristisch sein. Beim Labradorit von Vischegrad ergab sich als Resultat der Verwachsung eine Zwillingskante, die vorne steil nach abwärts geneigt ist, ganz im Sinne des Anorthites, bei welchem jedoch der Winkel derselben mit der Kante P/M bedeutend grösser ist und bis zu 16° sich erhebt.

Die Beobachtungen G. vom Rath's haben bereits von mehrfacher Seite ihre Bestätigung erfahren, worüber an anderem Orte berichtet wird.

Nachdem auf solche Weise die physikalischen, chemischen und krystallographischen Verhältnisse der Feldspathe nach und nach

eine gründliche Behandlung erfahren hatten und unsere Kenntniss in diesem Punkte gleichsam zu einem befriedigenden Abschlusse gediehen war, lag es in der Natur der Sache, dass schliesslich auch ihren optischen Eigenschaften eine immer grössere Aufmerksamkeit gewidmet wurde, je mehr bei steter Verbesserung der Methoden und Vervollkommnung der Apparate namentlich die Anfertigung von Dünnschliffen und die Untersuchung derselben im gewöhnlichen sowie im polarisirten Lichte in Aufnahme kam.

Es lässt sich in der Geschichte der Feldspathe ein ganz ähnlicher Entwicklungsgang beobachten, wie in der Wissenschaft der Mineralogie überhaupt. Dort hatte sich seit der allgemeinen Einführung und allseitigen Verwendung des Mikroskopes der Gesichtskreis der Forscher so unendlich erweitert, dass aus dem binnen kurzem zu reicher Fülle angewachsenen Materiale ein ganz neuer Zweig unserer Wissenschaft, die Petrographie, sich herausbildete, und wurde es besonders durch die grossartigen Fortschritte in dem Studium der Polarisationserscheinungen dem Blicke ermöglicht, in den innersten Bau der Krystalle tiefer einzudringen, als je zuvor.

Diese neue Richtung im Bereiche der mineralogischen Forschung musste auch auf das Studium der Feldspathe den mächtigsten Einfluss ausüben.

Zunächst war es natürlich wieder der monokline Kalifeldspath, dessen optische Eigenschaften am frühesten untersucht wurden. Schon 1862 macht Des Cloizeaux in seinem Manuel de Minéralogie [1]) zumeist auf Grund eigener Beobachtungen über die Verhältnisse der Doppelbrechung im Orthoklase eine Reihe interessanter Mittheilungen. Seiner Angabe zufolge besitzen die Sanidine von Wehr und Rockeskyll eine zweifache Orientirung der optischen Axenebene; bald sind die Axen in einer zur horizontalen Diagonale der Basis (Queraxe) parallelen Ebene gelegen, mit deutlicher Dispersion und $\rho > \upsilon$ (erster und häufigster Fall), bald in der Symmetrieebene selbst, wo dann geneigte Dispersion und $\rho < \upsilon$ zu beobachten ist (zweiter Fall).

Ein ähnlicher Gegensatz soll auch zwischen den klaren und durchsichtigen Stellen des Adulars vom St. Gotthard, welche die

---

[1]) Manuel de Minéralogie. 1862, S. 330 u. ff.

erstere Orientirung zeigen, und zwischen den trüben halbdurchsichtigen weisslichen Partien desselben Minerales bestehen.

Ueber die stets negative Bissectrix sagt Des Cloizeaux, dass sie ihre Lage senkrecht zur horizontalen Diagonale der Basis und circa 5° gegen die Klinodiagonale geneigt in beiden Fällen beibehält.

Zugleich werden die darüber ähnlich lautenden Angaben Angström's und M. Heusser's an genannter Stelle angeführt.

Des Cloizeaux theilt sodann eine Reihe höchst beachtenswerther Beobachtungen mit über den Einfluss der Temperatur auf die Grösse des Axenwinkels, welche er insbesondere an den Sanidinen von Wehr und Rockeskyll zu machen Gelegenheit hatte.

Wir entnehmen daraus, dass der Winkel der optischen Axen, welcher überhaupt an verschiedenen Platten (des Adulars von St. Gotthardt, des Mondsteins, des glasigen Feldspathes von Wehr) verschieden gross gefunden wurde, sogar für dieselbe Platte diesen Werth nur so lange beibehält, so lange die Temperatur sich nicht ändert, so zwar, dass die Axen, wenn sie in einer zur horizontalen Diagonale parallelen Ebene liegen, bei erhöhter Temperatur sich nähern. Im Falle der Winkel nur 20—30° beträgt, kann derselbe demnach für eine gewisse Temperatur leicht gleich Null werden. Bei weitergehender Erhitzung kämen die Axen dann in die Symmetrieebene zu liegen, wo sie dann unter gleichen Umständen immer mehr auseinandergehen. Diese Veränderungen seien blos temporär, solange die angewandte Temperatur 500° nicht überschreitet, die Krystallwinkel scheinen sich dabei überhaupt nicht merklich zu ändern.

Da nun an derselben Stelle den vorstehenden Beobachtungen noch eine weitere Anzahl von numerischen Daten über die Grösse der Axenwinkel und der (Haupt-) Brechungsindices der Orthoklase bei den verschiedensten Temperaturen, theils von M. Heusser, theils von Des Cloizeaux selbst herrührend, beigefügt sind, so erscheint damit in der That schon damals ein ziemlich vollständiges Bild der optischen Verhältnisse des Orthoklases gegeben.

In ähnlicher Weise hat übrigens auch Ch. E. Weiss[1]) eine grosse Reihe von orthotomen Feldspathen optisch untersucht und dieselben in Folge dessen in analoge und antiloge eingetheilt. Analoge nennt er diejenigen, wo der spitze Winkel der optischen Axen mit der Temperatur wächst und abnimmt und antiloge diejenigen, welche die entgegengesetzte Erscheinung zeigen. Dabei unterscheidet er ihr optisches Verhalten in ein generelles und individuelles. Zu dem letzteren gehören z. B. die Lage der optischen Axen und ihr Winkel, ferner die Empfindlichkeit des Krystalles gegen den Einfluss der Wärme, sowohl in Beziehung auf die vorübergehenden, wie dauernden optischen Modificationen, also auch die Temperaturgrenze, bei welcher diese Veränderungen permanent werden etc.

Zu dem generellen Verhalten rechnet er z. B. den negativen Charakter der Doppelbrechung, die Erscheinung, dass bei antilogen Feldspathen die Axenebene zur Symmetrieebene senkrecht steht, dass, wo beide Perioden vorhanden, die antiloge stets vorangeht etc. Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse hat Weiss auf die Temperaturgrade, denen die Feldspathe in den verschiedensten Gesteinen ausgesetzt gewesen sein mögen, und daraus auf die Entstehung und Geschichte dieser Gesteine interessante Schlussfolgerungen gezogen.

Ungleich schwieriger gestaltete sich das optische Studium der Plagioklase und obgleich gerade die Frage nach ihrem gegenseitigen optischen Verhalten den Mittelpunkt alles Interesses bilden musste, seitdem durch die Tschermak'sche Theorie erwiesen war, dass wir es hier mit einer Reihe von isomorphen Verbindungen zu thun haben, welche in allen übrigen Verhältnissen vom Anfang bis zum Ende einen vollständigen Uebergang erkennen lassen, und obgleich ferner jenes Studium, namentlich für den Petrographen, welcher es täglich und stündlich mit Krystalldurchschnitten der verschiedensten Feldspathe zu thun hat, voraussichtlich von grösster Wichtigkeit war, schritt doch die Erkenntniss auf diesem

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866.

Siehe auch H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie. Stuttgart 1873, S. 325.

Gebiete verhältnissmässig nur langsam vorwärts, insbesondere in Folge der complicirten Zwillingsbildung der triklinen Feldspathe.

Des Cloizeaux hat auch hier sich unstreitig die grössten Verdienste erworben, indem er in jenem seither so oft citirten und viel besprochenen Aufsatze: „Sur les propriétés optiques biréfringentes caractéristiques des quatre principaux Feldspaths tricliniques, et sur un procédé pour les distinguer immédiatement les uns des autres [1])“, die Grundlage schuf, auf welche alle späteren Forschungen über die optischen Eigenthümlichkeiten der Plagioklase sich stützen.

Wenngleich sich noch öfter Gelegenheit ergeben wird, auf die Details dieser wichtigen Arbeit zurückzukommen, dürfte es doch der Uebersichtlichkeit wegen sich empfehlen, schon an dieser Stelle in gedrängter Kürze jene Punkte daraus hervorzuheben, auf welche Des Cloizeaux selbst das Hauptgewicht legt.

Anknüpfend an die Schwierigkeiten, welche dem Mineralogen und Geologen sich entgegenstellen, wenn er blättrige Massen oder unvollkommene Krystalle eines triklinen Feldspathes vor sich hat und denselben bestimmen soll (indem einerseits der Charakter der Angreifbarkeit oder Widerstandsfähigkeit gegen Säuren wohl zwischen Albit und Anorthit zu unterscheiden gestatte, nicht aber zwischen Labradorit und Oligoklas, welche beide von Säuren ebenfalls angegriffen werden, sobald nur das verwendete Pulver fein genug und die Einwirkung lange genug ist, indem andererseits in Folge zahlreicher mikroskopischer Einschlüsse und Beimengungen fremder Substanzen eine chemische Analyse auch nicht immer zulässig erscheint), weist der Verfasser im Eingange jener Schrift darauf hin, dass er in dem optischen Verhalten der Plagioklase derartige Verschiedenheiten gefunden habe, dass man durch blosse Betrachtung von Spaltblättchen nach der Längsfläche, sobald diese nur dünn und durchsichtig genug seien, im polarisirten Lichte Albit und Oligoklas mit Leichtigkeit, Labradorit und Anorthit freilich etwas schwerer unterscheiden könne.

Des Cloizeaux hatte nämlich von Feldspathen der verschiedensten Fundorte eine Anzahl von Schliffen senkrecht auf die

---

[1]) Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IV., 1875.

„spitze Bissectrix“ der optischen Axen angefertigt und an diesen sowohl die Lage der Axenebene, als auch die Grösse des Axenwinkels, die Dispersion und das Zeichen der Doppelbrechung für die „vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten“ ermittelt und war zu den folgenden Resultaten gelangt.

Für Albit fand er, dass die optische Axenebene die Längsfläche in einer Linie schneide, welche mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von circa 20° einschliesst; die „Bissectrix des spitzen Winkels“ sei gegen die scharfe Kante *P*/*M* hin geneigt, ihr Verhalten stets positiv; um 45° gegen die Polarisationsebene gedreht, zeige das Plättchen $\rho < \upsilon$ und eine merklich geneigte Dispersion (das eine Ringsystem in lebhafteren Farben).

Beim Oligoklas sei die Axenebene der Kante *P*/*M* parallel gelegen. Hier beobachte man die merkwürdige Thatsache, dass die „positive Bissectrix“ ihre Lage im Krystall (gegen die stumpfe Kante *P*/*M* geneigt) stets beibehält, dass jedoch der ihr anliegende Axenwinkel bald spitz bald stumpf gefunden werde, je nachdem man die Platten wählt.

Parallel und senkrecht zur Polarisationsebene sei gedrehte, mit sehr schwacher geneigter Dispersion, unter 45° dazu $\rho < \upsilon$ erkennbar.

Im Labradorit, so heisst es weiter, müsse man die stumpfe Kante zwischen *P* und *M* abstumpfen, um Platten zu erhalten, welche senkrecht zur „spitzen Bissectrix“ stehen; hier sei letztere stets positiv. Umgekehrt wie beim Albit und Oligoklas dagegen $\rho > \upsilon$ und in der Polarisationsebene sehr deutliche gedrehte Dispersion zu bemerken. Der Schnitt der Ebene, welche die optischen Axen enthält, mit der Längsfläche, bilde mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von 27°.

Ueber den Anorthit endlich sagt Des Cloizeaux, dass sich die Lage der „spitzen Bissectrix“, welche hier immer negativ ist, nicht genau mit Bezug auf die Krystallform bestimmen lasse, doch haben die zu ihr und der Axenebene senkrechten Platten jedenfalls eine sehr schiefe Lage zur scharfen Kante *P*/*M*. Dagegen gibt er an, dass die Axen für verschiedene Farben eine ganz ähnliche Dispersion besitzen, wie im Albit; auch hier sei $\rho < \upsilon$ und durch lebhaftere Färbung des einen Ringsystems geneigte

Dispersion deutlich ausgesprochen. Der Schnitt der Längsfläche und der Axenebene sei 30° 8′ gegen die Kante *P/M* geneigt.

Auf Grund der eben angeführten Beobachtungen gelangt Des Cloizeaux nun zu folgendem Schlusse:

Da die Untersuchungen von Senarmont über die beiden Seignettesalze den Beweis geliefert haben, dass die optischen Eigenschaften eines gemischten Salzes schwankend seien, und demjenigen des herrschenden Gemengtheiles sich nähern, letzteres aber in Folge der vorstehenden Beobachtungen vom Labradorit nicht behauptet werden könne, weil dieser durch die Art seiner Dispersion sowohl zum Albit, als auch zum Anorthit im Gegensatz stehe, dem Charakter der spitzen Bissectrix nach zum ersten Gliede der Reihe hinneige, dagegen in chemischer Beziehung dem Endgliede sich nähere, so dürfe der Labradorit nicht als das Product einer Mischung der genannten beiden Feldspathsubstanzen angesehen werden, wie dies die Tschermak'sche Theorie verlangt.

Desgleichen machen es die Erscheinungen, welche man beim Oligoklas in polarisirtem Lichte wahrnehme, und welche viel mehr an den Orthoklas, als an alle anderen Feldspathe erinnern, im hohen Grade wahrscheinlich, dass auch dieser eine eigenthümliche Species bilde, während der Andesin nach allen bisherigen Beobachtungen nur ein veränderter Oligoklas zu sein scheine.

Diese merkwürdigen Resultate mussten schon an und für sich allgemein überraschen, besonders, da man sie a priori wohl schwerlich erwartet hätte.

Gegen die von Des Cloizeaux daran geknüpften Schlussfolgerungen wurde indess alsbald von mehrfacher Seite berechtigter Widerspruch erhoben. So war die besprochene Arbeit des französischen Forschers der Gegenstand einer ziemlich lebhaften Discussion zwischen ihm und Herrn M. Bauer, welche schon kurz nach dem Erscheinen derselben ihren Anfang nahm [1]).

Indem der letztgenannte Forscher [2]) den hohen Werth und die Wichtigkeit der von Herrn Des Cloizeaux mitgetheilten optischen

---

[1]) Gelegentlich der Deutung von Tschermakit-Analysen. Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. 1875, S. 239.

[2]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, S. 919.

Untersuchungen vollkommen anerkannte und würdigte, wendete er sich in kurzen Worten zunächst gegen den der Tschermak'schen Theorie hier gemachten Einwurf, mit dem Hinweise darauf, dass der Satz erst bewiesen werden müsse (was nicht eben leicht gelingen dürfte), ob das Beispiel der beiden Seignettesalze in der That für alle Fälle isomorpher Substanzen massgebend sei, bevor man aus dem Verhalten der Plagioklase im polarisirten Lichte, wie immer dieses sein mag, sich einen Schluss erlauben dürfe, ob dieselben wirklich isomorphe Mischungen seien oder nicht.

Aber selbst die Richtigkeit obigen Satzes zugegeben, kann M. Bauer keine besonderen Schwierigkeiten gegen die Theorie in den angeführten Resultaten entdecken. Der Charakter der Doppelbrechung sei jedenfalls sehr wenig von Einfluss, da es ja Krystalle gebe, wo auf einer und derselben Platte beide Arten von Doppelbrechung + und — vorkommen.

Im Uebrigen zeigen Albit, Anorthit, Labrador keine grösseren optischen Unterschiede, als zuweilen die verschiedenen Krystalle einer und derselben Species, z. B. des Phlogopites [1]) (Glimmer mit kleinem Axenwinkel), wo sowohl die Axenebene mitunter verschieden orientirt sei, als auch unabhängig davon verschiedene Arten der Axendispersion $\rho \gtrless \upsilon$ vorkämen.

Früher bereits hatte Des Cloizeaux in einer an G. vom Rath gerichteten brieflichen Mittheilung [2]) den von ihm in der Feldspathfrage eingenommenen Standpunkt dahin präcisirt, dass er im Gegensatze zu Tschermak zur Ansicht gewisser französischer organischer Chemiker [3]) (wie Friedel) hinneige, weil diese sich besser den optischen und krystallographischen Eigenthümlichkeiten jeder Species anzuschliessen scheine, während „Chimiquement les deux explications peuvent rendre compte des faits".

Gegenüber diesem letzten Ausspruche sah G. vom Rath sich veranlasst, l. c. neuerdings hervorzuheben, dass die durch eine

---

[1]) Des Cloizeaux, Nouvelles recherches, S. 588.

[2]) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1875, S. 398.

[3]) Wonach die triklinen Feldspathe sich in folgender Weise auseinander ableiten würden: Anorthit + SiO_2 = Labrador, *Labr.* + SiO_2 = Andesin, *And.* + SiO_2 = Oligoklas, *Olig.* + SiO_2 = Albit.

sehr grosse Anzahl sorgsamer Analysen erwiesenen, unbestreitbaren Thatsachen, — dass mit wachsendem Gehalte an Kieselsäure in den Kalknatron-Feldspathen auch das Natron steigt, während der Kalkgehalt abnimmt und umgekehrt, und dass ferner die Sauerstoffproportion $(CaO + Na_2O) : Al_2O_3$ stets $= 1 : 3$, während unter gleichen Umständen die Proportion der Kieselsäure einem einfachen Verhältnisse nicht entspricht, dass es endlich weder einen kalkfreien Oligoklas, noch einen natronfreien Labrador gebe, — sich mit jener von Des Cloizeaux bevorzugten Ansicht durchaus nicht vereinigen lassen, während sie der Tschermak'schen Theorie zur Grundlage dienen.

Sodann erklärt sich G. vom Rath ebendaselbst gegen die von dem genannten Forscher auf Grund seiner optischen Untersuchungen aufgestellte Behauptung, dass der „Andesin" bloss als ein veränderter Oligoklas anzusehen sei, indem er daran erinnert, dass nicht allein schon früher für eine Reihe von vollkommen frischen und unverwitterten Plagioklasen (u. a. durch Sandberger, Doelter) die Andesinmischung nachgewiesen wurde, sondern er selbst auf dem Wege der Analyse erst kürzlich sich wieder überzeugt habe, dass in der That Andesin diejenige constituirende Varietät der Kalknatron-Feldspathe sei, welche mehrere der ausgezeichnetsten Vulkane des ecuadorischen Hochlandes zusammensetzt [1]).

Wie nach dem Vorausgehenden einerseits M. Bauer sich wesentlich darauf beschränkt hatte, die Berechtigung der von Des Cloizeaux aus dessen Beobachtungen gezogenen Schlüsse durch theoretische Gründe zu widerlegen, [2]) so sind andrerseits die von G. vom Rath l. c. dagegen erhobenen Einwände rein chemischer Art, indem er mit folgenden Worten schliesst:

---

[1]) Siehe G. vom Rath, Ueber einige Andesgesteine. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1875, pag. 295.

[2]) Anmerkung während des Druckes. Aus der ausführlichen Behandlung des vorliegenden Gegenstandes dürfte Prof. Max Bauer entnehmen, dass ich ihn vollkommen richtig aufgefasst habe und dass mit dem obenstehenden, sowie mit dem wegen seiner Kürze allerdings etwas undeutlichen Satze S. 2 meines Auszuges blos gesagt sein soll, dass Prof. M. Bauer einen Einwand nicht gegen die experimentellen Resultate, sondern die theoretischen Schlussfolgerungen von Des Cloizeaux erhoben habe. (Siehe das Referat im Neuen Jahrbuch f. Min. etc. 1880. II. p. 148.)

„Es bedarf kaum der Versicherung, dass durch vorstehende Bemerkungen der hohe Werth der optischen Untersuchungen der Plagioklase durch Herrn Des Cloizeaux nicht im Geringsten bezweifelt werden soll. Dieselben mahnen lediglich zur Vorsicht, die optischen Untersuchungen nicht als einzige Richtschnur bei Beurtheilung so schwieriger und verwickelter mineralogischer Fragen anzusehen."

In der That liess sich nicht leugnen, dass die von Des Cloizeaux vorgebrachten Thatsachen, wenn auch nicht im Stande die vielgenannte Theorie umzustossen, ebenso wenig geeignet seien, dieselbe zu bekräftigen und zu unterstützen oder ihr neue Anhänger zu gewinnen.

Im folgenden Jahre veröffentlichte Des Cloizeaux sein „Mémoire sur l' existence, les propriétés optiques et cristallographiques et la composition chimique du microcline, nouvelle espèce de Feldspath triclinique a base de potasse[1])", wodurch die Reihe der bisher bekannten Feldspatharten um ein höchst eigenthümliches Glied, den Mikroklin, vermehrt wurde, welcher in gewisser Beziehung einen Uebergang zwischen Orthoklasen und Plagioklasen vermittelt, insofern er nämlich mit der chemischen Constitution der ersteren, das trikline System der letzteren vereinigt.

Allerdings darf nicht übersehen werden, dass bereits Breithaupt 1830 gleichsam „divinatorisch", wie Des Cloizeaux selbst sagt, diese Species eines triklinen Kalifeldspathes zum Theile an solchen Feldspathen, die auch heute als Mikroklin anerkannt sind, aufgestellt hatte und dass ferner von ihm sowie von späteren Beobachtern[2]) an gewissen Kalifeldspathen, namentlich an den Amazoniten Abweichungen in den Winkeln *PM*, *Tl*, *TM*, *lM*, *PT*, *lP* nachgewiesen wurden, worin dieselben sich sehr merklich vom Adular entfernen; doch gelang es erst Des Cloizeaux in der eben citirten schönen und ausführlichen Arbeit, wo er gleichsam den „Etat civil" des Mikroklin's monographisch darzustellen bemüht

---

[1]) Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IX, 1876.

[2]) Man sehe Tschermak, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1864, L. Bd.

Ferner A. Weissbach, Neues Jahrb. f. Geol. u. Min. 1876, pag. 935.

Desgleichen hat Tschermak bereits damals l. c. am Feldspath von Sungangarsok die regelmässige Verwachsung von Albitlamellen mit Zwillingsstreifung mit Kalifeldspath constatirt.

war, die thatsächliche Exsitenz eines solchen triklinen Kalifeldspathes über allen Zweifel zu erheben, nachdem er in seinem optischen Verhalten auf der Endfläche ein Mittel entdeckt hatte, dessen Vorhandensein selbst da mit verhältnissmässiger Leichtigkeit zu erkennen, wo der krystallographische Charakter, nemlich der um wenige Minuten vom Rechten abweichende Spaltungswinkel P / M — wie dies in der Regel der Fall ist — wegen Unvollkommenheit der betreffenden Flächen sich nicht mit Sicherheit constatiren lässt.

Grösstentheils auf optischem Wege und mit Hilfe eines überaus reichlichen Materiales (er spricht von 45 Proben verschiedener Fundorte und fast zahllosen Beobachtungen an mehr als 200 Platten) war es ihm gleichzeitig möglich, die überaus weite Verbreitung und ausserordentliche Häufigkeit des Mikroklin nachzuweisen, wovon man bisher keine Ahnung hatte.

Da ihm die mikroskopische Untersuchung von Blättchen parallel den beiden Hauptspaltungsflächen im parallel polarisirten Lichte beim Orthoklas und Mikroklin so überraschende Resultate ergeben hatte, so war es nur natürlich, dass Des Cloizeaux dieselbe Methode auch zur Unterscheidung von Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit anzuwenden versuchte.

Im Anschlusse an seine Arbeit „Ueber den Mikroklin“ sind demzufolge zahlreiche Angaben über die Grösse der Auslöschungsschiefe gegen P / M, auf Grund von an Schliffen oder Spaltungsblättchen der verschiedensten Plagioklase (parallel M und P) gemachten Beobachtungen mitgetheilt; leider ist die Orientirung dieser Auslöschungsschiefe in den wenigsten Fällen angegeben. Des Cloizeaux spricht sich bezüglich der Anwendbarkeit der Methode eingangs dieser Mittheilung [1]) dahin aus, dass man namentlich dort, wo es sich darum handelt, blättrige Massen von Albit und Labradorit auf diesem Wege zu unterscheiden, eine gewisse Vorsicht sich auferlegen müsse und abgesehen von jeder chemischen Analyse nur dann vollständige Sicherheit erlangen könne, wenn man gleichzeitig auf die Charaktere der Doppelbrechung Rücksicht nimmt — wie sie derselbe Forscher in seinem oben erwähnten „Mémoire sur les propriétés biréfringents caractéristiques des quatre principaux Feldspaths tricliniques etc.“ angegeben hat. Des Cloizeaux be-

[1]) S. 43. Extrait des Annales de Chimie et de Physique, 5. serie, t. IX, 1876.

schränkt sich l. c. darauf, diese Ergebnisse ohne weitere Bemerkungen für oder gegen die Theorie von Tschermak einfach mitzutheilen; nirgends findet sich eine Andeutung, dass er diesbezüglich seine Meinung geändert hätte; andererseits betont er vom Andesin ausdrücklich, dass er gegenüber dem Oligoklas keine Verschiedenheit in seinem optischen Verhalten habe constatiren können, ausser etwa den im allgemeinen grösseren Winkel der Auslöschungsschiefe auf *M*.

Bereits ein Jahr nach dem Erscheinen der Arbeiten von Des Cloizeaux war Michel Lévy in Paris bestrebt, durch seine Schrift „Del 'Emploi du Microscope Polarisant à lumière parallèle pour l'etude de roches éruptives" die von jenem Forscher über die Feldspathe gelieferten Daten für die Petrographie nutzbringend zu verwerthen. Michel Lévy hat nämlich die Beziehungen zwischen dem Winkel (y) der Auslöschungsschiefe auf irgend einem Schnitte einer bestimmten Zone mit der Zonenaxe (Zonenkante) und zwischen dem Winkel (x) des betreffenden Schnittes mit einer jener beiden derselben Zone angehörigen Ebenen, welche durch die Hauptauslöschungsrichtungen in einer zur Zonenaxe senkrecht geschnittenen Platte bestimmt sind, in Form einer Gleichung auszudrücken gesucht und dieselbe für verschiedene specielle Fälle wie auch allgemein discutirt.

Indem er die Lage der optischen Axen im Krystalle mit Bezug auf die Plattennormale und auf die Zonenaxe, sowie die Grösse des wahren Axenwinkels als bekannt voraussetzt, stützt er sich dabei hauptsächlich auf den bereits von Fresnel ausgesprochenen Satz, dass die Polarisationsebenen der beiden durch die Doppelbrechung in einem zweiaxigen Krystallblättchen entstehenden Wellen den Winkel der gleichzeitig durch die Normale der eintretenden Welle und durch je eine der optischen Axen gelegten Ebenen halbire.

Die auf dem Wege des Calculs gefundenen Formeln finden in einem zweiten Theile der Schrift ihre praktische Anwendung auf die Untersuchung von Amphibol, Pyroxen, Epidot, Sphen, Orthoklas und endlich auf einige trikline Feldspathe.

Allein so werthvoll und interessant diese mathematische Behandlung der obenerwähnten Verhältnisse vom theoretischen Standpunkte aus jedenfalls ist, bleibt doch, was die Plagioklase und

speciell alle jene Feldspathe der Oligoklas-Anorthitreihe betrifft, welche sich in ihrem optischen Verhalten vom monoklinen Typus sehr entfernen, zunächst die Frage zu beantworten, ob unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand bereits weit genug vorgeschritten sind und ob die Plagioklase, da sie eine geschlossene Reihe bilden, überhaupt geeignet sind, eine praktische Anwendung jener Methode der Untersuchung von Schnitten, die in gewissen Zonen liegen, erfolgreich zu gestalten.

Wie weit das von Michel Lévy l. c. angestrebte Ziel, die Feldspathe auf diese Weise in Dünnschliffen zu bestimmen, eine Berechtigung hat, wird später erörtert werden.

Gleich hier muss übrigens hervorgehoben werden, dass Michel Lévy in der Auffassung der Plagioklase sich dem Herrn Des Cloizeaux vollständig anzuschliessen scheint und dass er dessen Angaben ohne irgend welche darauf bezügliche Bemerkung, aber auch ohne kritische Prüfung, das heisst auch mit den ihnen etwa anhaftenden Irrthümern, seinen Rechnungen einfach zu Grunde legt.

Als auffallendes Beispiel, welche Widersprüche auf diese Weise entstehen können, möge jene Stelle seiner Schrift, die über die optische Orientirung des Labradorits handelt, im Folgenden herausgegriffen werden. Seite 465 l. c. heisst es nämlich: „Die Ebene der optischen Axen scheint nicht in allen Arten von Labradoriten eine fixe Lage zu besitzen; M. Des Cloizeaux ist der Meinung, dass dieser Feldspath in zwei verschiedene Classen geschieden werden könne, die eine unter einem kleineren Winkel auf der Fläche g_1 (M) nämlich unter 17° gegen die Kante pg_1 (010.001) auslöschend, die andere unter 27°. Wir müssen also ZC[1]) nacheinander gleich 17° und 27° annehmen.“

„Die Trace der Ebene der optischen Axen auf g_1 (M) erhebt sich übrigens immer von vorn nach hinten, umgekehrt wie beim Mikroklin und Albit.“

„Der Winkel der optischen Axen ist seinem absoluten Werthe nach bis jetzt nicht bestimmt. Wenn man die oben angegebene

---

[1]) Dies ist nach der Zeichnung Fig. 59, Pl. X. der Bogen jenes Winkels unter dem die Trace der Axenebene auf M gegen die Kante P/M geneigt ist.

Lage für die Bissectrix beibehält[1]) und einen Werth $ZC = 17^0$ annimmt, so setzt eine Auslöschung von 5^0 gegen die Kante pg_1 auf der Endfläche p einen Werth des Axenwinkels von $2V = 46^0$ voraus. Für $ZC = 27^0$ und $2V = 46^0$ wäre die Auslöschungsschiefe der Fläche p 4^0 45′ gegen pg_1. Um grössere Werthe z. B. nahe 7^0 zu erhalten, müsste man einen noch viel kleineren Axenwinkel voraussetzen, wenn man zugibt, dass die Bissectrix immer dieselbe Lage hat, wie sie M. Des Cloizeaux bestimmt hat."

Dieser Darstellung des Gegenstandes liegt offenbar ein Missverständniss zu Grunde, wie schon daraus hervorgeht, dass sämmtliche von Des Cloizeaux untersuchten Labradorite einen wenig schwankenden, blos zwischen den Werthen $2Ha = 84^0$ 23′ und 89^0 10′ liegenden Axenwinkel besitzen, trotz der angeführten Auslöschungsschiefe auf M und einer den Werth von 6^0 noch bisweilen übersteigenden auf P. Bei Mittheilung der eigenen Beobachtungen über das optische Verhalten der Labradorite wird sich Gelegenheit finden, auch auf die Ursache dieser scheinbaren Widersprüche zurückzukommen.

Die Verwerthung der von Michel Lévy unter anderem auch für gewisse Zonen der Orthoklase und einiger trikliner Feldspathe berechneten und graphisch dargestellten Auslöschungscurven setzt die Möglichkeit voraus, in gegebenen Schliffen nicht nur diese Zonen wiederzuerkennen, sondern auch die Lage der betreffenden Fläche gegen typische Flächen der Zone, mithin auch der Krystallform wenigstens beiläufig feststellen zu können.

Die Lösung dieser Aufgabe sucht in einer bald darauf erschienenen Arbeit M. Thoulet[2]) einigermassen zu erleichtern, welcher auf dem Wege der Rechnung die Aenderungen bestimmt hat, denen die Winkel der Tracen der Spaltungsebenen auf Schnitten der wichtigsten Zonen im Pyroxen, Amphibol, Orthoklas und den triklinen Feldspathen unterliegen. Die Resultate sind in Tabellen zu-

---

[1]) Bezieht sich auf die kurz zuvor l. c. angeführten Daten von Des Cloizeaux über die Lage eines Schnittes senkrecht zur positiven Mittellinie mit Bezug auf 001, 010, 110.

[2]) Annales des Mines. Septième série, Tome XIV, 1878, pag. 100 etc. Variations des angles plans des clivages sur les faces des principales zones dans le pyroxène, l' amphibole, l' orthose et les feldspaths tricliniques.

sammengefasst, welche für sämmtliche um je 5° auseinanderliegenden Schnitte der betrachteten Zonen, deren Neigung gegen die Ausgangsebene als Winkel ρ daneben beigefügt erscheint, die zugehörigen Winkel δ der Spaltrisse enthalten.

In dieser Weise hat M. Thoulet beim Orthoklas die Zone von der Längsfläche zur Querfläche behandelt. Von Interesse ist die Thatsache, welche man der dadurch gebotenen Uebersicht entnimmt, dass nemlich der Winkel der Spaltrisse nach *P* und *M* (die Thoulet bei den Feldspathen allein berücksichtigt), dessen Werth in dieser Zone beim Orthoklas zwischen 116° 7′ und 90° schwankt, sich anfangs um wenige Minuten blos ändert, solange der Schnitt der Längsfläche naheliegt, dass er hingegen in der Gegend der Querfläche unter sonst gleichen Umständen bedeutend stärker, um mehrere Grade abnimmt. Als Repräsentanten der triklinen Feldspathe, die uns hier näher interessiren, hat dagegen der Verfasser den Labradorit gewählt, was als kein glücklicher Gedanke bezeichnet werden kann, da der Labradorit in krystallographischer Hinsicht sozusagen unter allen am unvollständigsten bekannt ist. Aus den Angaben von Des Cloizeaux[1]) über die Längenverhältnisse der halben Diagonalen und der längeren Seite der Basis des Grundprismas, rechnet er zunächst den Winkel zwischen beiden Horizontalaxen und den zwischen der Trace des rechten Prismas und der nach vorn verlaufende Horizontalaxe. Ausser diesen Winkeln findet auch noch der Winkel 001 : 110 und der ebene Winkel auf dem rechten Prisma Anwendung bei der Auflösung des sphärischen Dreieckes, welches dem körperlichen Ecke aus Endfläche, Längsfläche und dem rechten Prisma entspricht. In diesem sphärischen Dreieck widerspricht der berechnete Werth des Winkels *B*, welcher der Zeichnung zufolge nichts anderes als den Körperwinkel darstellt, den *P* und *M* mit einander einschliessen, den thatsächlichen Verhältnissen. Thoulet hat dieses *B* zu 91° 44′ 38″ gefunden, während doch der Spaltwinkel zwischen Längs- und Endfläche bei sämmtlichen Plagioklasen niemals kleiner als 93° beobachtet wurde und speciell für den Labradorit von Des Cloizeaux selbst, l. c. nach den Messungen von Marignac zu 93° 20′ angegeben wird. Dieser Winkel von 91° 44′ 38″ wird auch weiter in der Rechnung

---

[1]) Manuel de Minéralogie.

mitgeführt und so kommt es, dass sich schliesslich in der für die verticale Zone aufgestellten Tabelle als Drehungswinkel, um von der Längsfläche in die Stellung der Querfläche zu gelangen, der ebenso unwahrscheinliche Werth von 93° 55′ $\rho\, d$ (für Drehung nach rechts) und 86° 4′ ρg (für Drehung nach links) eingetragen findet.

Besser wären wohl überhaupt die Verhältnisse der Plagioklase illustrirt gewesen, wenn die Rechnung einmal etwa für den Albit, das andere Mal für den Anorthit, beide in krystallographisch gleicher Lage gedacht, gesondert durchgeführt worden wäre. Nach der Tabelle von Thoulet würde zwischen den Winkeln der Spaltrisse nach P und M auf den Schnitten, welche den Prismenflächen ihrer Lage nach entsprechen, ein immerhin messbarer Unterschied existiren (101° 47′ dem rechten, 105° 3′ dem linken Prisma entsprechend), so dass man in einem speciellen Falle vielleicht schon auf diesem Wege entscheiden könnte, ob ein vorliegendes Spaltblättchen dem rechten oder linken Prisma angehört, vorausgesetzt, dass man eine Tabelle zur Seite hat, die für den betreffenden Plagioklas in der That genaue Giltigkeit hat. Im Uebrigen lässt sich nur sagen, dass man praktisch wohl nur in verhältnissmässig seltenen, günstigen Fällen von derartigen Daten, denen theoretisches Interesse niemals abzusprechen ist, mit Erfolg wird Gebrauch machen können, schon deshalb, weil das Mikroskop nur beiläufige Messungen gestattet, wie M. Thoulet selbst hervorhebt.

In letzter Zeit haben bekanntlich Fouqué und Michel Lévy Feldspathe künstlich darzustellen versucht, indem sie Mischungen ihrer chemischen Elemente zusammenschmolzen und das Schmelzproduct 48 Stunden hindurch bei einer seinem Schmelzpunkte nahen Temperatur erhielten. Auf diesem Wege gelangten sie in der That zu Massen, deren krystallinischer Theil aus bald unregelmässig durcheinander gewachsenen, bald sphärolitisch angeordneten Mikrolithen von bisweilen faseriger Natur (Oligoklas) besteht, welche im Aussehen, in Zwillingsbildung und im Verhalten gegen das polarisirte Licht an die in Eruptivgesteinen auftretenden Feldspathleisten auf's lebhafteste erinnern, natürlich aber, wie diese, viel zu klein sind, um als Ausgangspunkt optischer Studien dienen zu können. Auch verhielten sich die verschiedenen Feldspathsubstanzen in verschiedener Weise bezüglich der Ausbildung der aus ihnen erhaltenen

Producte, und zwar, wie man aus den Abbildungen Pl. XX, Fig. 1 bis 6 [1]) ersehen kann, am günstigsten die Anorthit- am ungünstigsten die Orthoklassubstanz, deren Product ein blos lamellar polarisirendes feines, rechtwinkliges Netzwerk darstellt. Was uns hier interessirt, ist besonders die Art und Weise, wie die beiden Forscher den Nachweis der Identität der erhaltenen Producte, respective mit Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit zu erbringen suchten, nämlich durch Bestimmung des grössten Werthes der Auslöschungsschiefen gegen die Längsrichtung der Mikrolithe, das heisst gegen ihre Kante P/M, indem sie die beobachteten Winkel mit den von Michel Lévy aus den Angaben von Des Cloizeaux für die oben aufgeführten Feldspathtypen ausgerechneten Maximalwerthen dieser Auslöschungsschiefen verglichen. Die Frage nach dem Grade von Sicherheit, den diese Bestimmungsweise beanspruchen darf, hängt natürlich mit der Frage, ob die Plagioklase isomorphe Mischungen sind, ziemlich wesentlich zusammen.

Während Michel Lévy bei seinen oben besprochenen Erörterungen lediglich die erfahrungsmässig festgestellten optischen Verhältnisse der Plagioklase im Auge hatte, ohne sich auf eine Erwägung ihres Zusammenhanges mit den chemischen Eigenschaften der Plagioklase einzulassen, glaubte Herr Pfaff [2]) die von Des Cloizeaux gegen die Tschermak'sche Theorie erhobenen Bedenken zu beseitigen und einen kleinen Beitrag zu ihren Gunsten zu liefern, indem er in Folge der Untersuchung von Schliffpräparaten (namentlich von Labradorit und Oligoklas) den Satz aussprach: „dass das optische Verhalten zahlreicher Mischlingsfeldspathe diese als inhomogene, aus optisch sich verschieden verhaltenden Massen gemengte Krystalle erkennen lasse.“ Dass in den Feldspathen häufig „Lamellen ohne fixe Orientirung“ sich finden, hatte bereits Des Cloizeaux am Schlusse seiner Abhandlung „Sur les propriétés optiques biréfringentes etc. [3]) hervorgehoben und zugleich der Vermuthung

---

[1]) Minéralogie Micrographique, Roches Eruptives Françaises par F. Fouqué et Michel Lévy.

[2]) Sitzungsberichte der phys. medicinischen Societät zu Erlangen, 16. December 1878.

[3]) Extrait des Annales de Chemie et de Physique. 5. serie, t. IV., 1875, pag. 16.

Ausdruck gegeben, dass hauptsächlich auf die mehr weniger versteckte Gegenwart derselben, sowie auf andere bald physikalische bald chemische Veränderungen (Einflüsse) die Modificationen zurückzuführen seien, welche man in gewissen optischen Charakteren der Feldspathe bemerke.

Pfaff schrieb jedoch diesen Unregelmässigkeiten und Unvollkommenheiten in der Struktur der Plagioklase eine ganz besondere Bedeutung zu, indem er ihr Vorhandensein mit der Eigenschaft isomorpher Mischungen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen und als nothwendige Folge der Bildungsweise der Plagioklase darzuthun suchte. Der Verfasser vertritt nemlich in jener Schrift die Ansicht, dass die „Mischlingsfeldspathe“ keineswegs aus lauter gleichartigen und gleich zusammengesetzten Krystallmolekülen (= integrirendes Molekül Haüy's) bestehen, sondern vielmehr in der Weise gebildet sind, dass sich „willkürlich, je nachdem sie sich dem wachsenden Krystalle darboten“, hier ein Albit-, dort ein Anorthitmolekül angesetzt habe. Schliesslich wären dann stellenweise Albitmoleküle, stellenweise Anorthitmoleküle angehäuft; regelmässige Vertheilung der untergeordneten Bestandtheile wäre nur Ausnahme, Inhomogeneität des entstandenen Krystalles die Regel.

Wir dürfen es hier ganz dahingestellt sein lassen, ob das Wesen der Isomorphie darin bestehe, dass Krystallmoleküle isomorpher Bestandtheile einander beim Krystallbaue beliebig und ohne jede gegenseitige Einwirkung vertreten können (von welcher Meinung Herr Pfaff ausgeht), oder ob man vielleicht an eine Vertretung isomorpher Substanzen innerhalb des Krystallmoleküles des neu gebildeten Krystalles zu denken habe, und wollen uns in dieser Beziehung auf den Hinweis beschränken, dass weder die eine noch die andere Ansicht der von Tschermak begründeten Theorie widerstreitet; denn das Wesen dieser Theorie liegt ja in der Annahme, dass an irgend einer Stelle gewisse Mengen von Kali-, Natron-, oder Kalkfeldspathsubstanz zuerst vorhanden waren, aus denen dann durch Mischung alle Feldspathe, wie sie in der Natur vorkommen, entstanden seien. Ueber die Art und Weise, wie diese Mischungen zu Stande kommen, hat Tschermak in jener epochemachenden Schrift „Feldspathstudien“ sich im Gegentheile nirgends direkt ausgesprochen, sondern die Lösung dieser Frage einer späteren Zeit offen gehalten.

Wenn Pfaff jedoch (pag. 8) sich dahin ausspricht, dass der Einfluss der Beimengung chemisch anders constituirter, mit der Hauptmasse isomorpher Molekule bei ganz gleichmässiger Vertheilung derselben in keiner Weise im Voraus bestimmbar, eine Abnormität des optischen Verhaltens übrigens kaum zu erwarten sei, dass hingegen in dem Falle, wo die untergeordneten Molekule sich zu grösseren Gruppen vereinigen, diese „gröbere Inhomogeneität“ auch im optischen Verhalten sich werde erkennen lassen und wenn nun Pfaff in letzterem Umstande einen Erklärungsgrund für die Schwierigkeiten erblickt, welche in den von Des Cloizeaux beobachteten optischen Erscheinungen der Labradorite und Oligoklase gegenüber Albit und Anorthit seiner Meinung nach allerdings liegen sollen, so ist dagegen zu bemerken, dass Des Cloizeaux seine Beobachtungen wohl an solchen Stücken angestellt hat, welche sich gegen das Licht wie vollkommen homogene Substanzen verhalten und dass sich nur auf solche Stellen seine Mittheilungen beziehen.

Bei solchen Feldspathen, deren Analyse auf eine Mischung hindeutet und die gleichwohl bei optischer Untersuchung vollkommen homogen erscheinen (und deren sind eine Menge bekannt), müssen wir doch nothwendigerweise voraussetzen, dass jene Inhomogeneität, wenn sie wirklich existirt, sich innerhalb so enger Grenzen halte, dass sie auf die Totalität der unserem Auge wahrnehmbaren Lichterscheinungen keinen merklichen Einfluss übt.

In diesem Falle wird auch die Mischungsformel des betreffenden Feldspathes dessen durchschnittliche Zusammensetzung darstellen, und es wird ein gewisser Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und dem optischen Verhalten mehr als wahrscheinlich sein, woraus hervorgeht, dass die Schwierigkeiten, welche die Beobachtungen von Des Cloizeaux der Auffindung solcher Beziehungen, wie sie der Tschermak'schen Theorie entsprächen, entgegenzustellen scheinen, mit der Hypothese von Pfaff über die Bildung der Plagioklasmischungen keineswegs erklärt oder behoben sind.

Auf die Beobachtungen, welche Pfaff seinen Schlussfolgerungen zu Grunde gelegt hat, werden wir später noch einmal zurückkommen.

Im Jahre 1876 hat J. Szabó in Pest eine Methode veröffentlicht, auf dem Wege der Flammenreactionen des Bunsen'schen Brenners unter gleichzeitiger Beobachtung des Schmelzbarkeitgrades und der Flammenfärbung für alle in Gesteinen vorkommenden Feldspathe die ungefähre Stellung derselben in den von Tschermak aufgestellten 10 Reihen zu ermitteln. Da indessen diese Methode sich an die Tschermak'sche Theorie vollständig anschliesst und da sie gerade den Fall zur Voraussetzung hat, wo das vorhandene Material weder eine chemische, noch eine krystallographische oder optische Untersuchung gestattet, in welchem sie allerdings wenigstens für beiläufige Angaben ausreichen dürfte, so können wir uns hier auf diesen Hinweis beschränken.

Einige von F. J. Wiik (in Helsingfors) herrührende, in den Schriften der finnischen Gesellschaft der Wissenschaften [1]) enthaltene Beobachtungen, welche, insofern sie den Verlauf der vom Rath'schen Zwillingslinie und der Auslöschungsrichtung auf der Längsfläche der Plagioklase betreffen, für vergleichende Betrachtungen von Interesse sind, werden an geeignetem Orte Erwähnung finden.

Sonst sind die Plagioklase in ihrem gegenseitigen Verhalten seit Des Cloizeaux meines Wissens nicht wieder Gegenstand praktischer Untersuchung gewesen.

Dagegen hat ein einzelner Feldspath, nämlich der sogenannte Natronorthoklas von Pantellaria, welcher bei einem nur wenige Minuten vom Rechten abweichenden Spaltwinkel P/M sich durch einen hohen Natrongehalt auszeichnet, in letzter Zeit vielfaches Interesse erregt und ziemlich eingehendes Studium erfahren. Die diesbezügliche Literatur möchte ich jedoch in Verbindung mit einigen über denselben Gegenstand gemachten Beobachtungen erst anhangsweise mittheilen.

---

[1]) Siehe den Auszug der „Mittheilungen über finnische Mineralien" in Groth's Zeitschr. f. Krystallographie, II. Bd, S. 498.

II.

Gang und Methode der Untersuchung.

Die optischen Verhältnisse der Plagioklase sind sonach in letzter Zeit sehr häufig Gegenstand eingehender Betrachtung gewesen; allein die gegenseitigen Beziehungen der Plagioklase untereinander hatten, wie ein kurzer Rückblick auf die Geschichte der Feldspathe zeigt, dadurch an Klarheit und Verständlichkeit nicht gewonnen So hatte beispielsweise Rosenbusch bereits im Jahre 1873[1]) die Ansicht ausgesprochen, dass man wohl stets auf die chemische Analyse angewiesen sein werde, wenn es sich darum handle, die verschiedenen Species von triklinen Feldspathen, welche als die häufigst vorkommenden Mischungen der isomorphen Endglieder Albit und Anorthit angesehen werden, oder auch diese selbst zu unterscheiden, weil auch in den optischen Eigenschaften, soweit dieselben bekannt seien, ebensoviel Uebereinstimmung herrsche, als in allen übrigen Verhältnissen und hinzugefügt, dass sich dies leicht und als naturnothwendige Folge der Tschermak'schen Theorie erklären lasse. Durch die neueren Untersuchungen von Des Cloizeaux (im Jahre 1875 und 1876) schien aber gerade das Gegentheil von dem Gesagten erwiesen; denn es hatte der letztgenannte Forscher nicht blos auf die Verschiedenheit des Verhaltens der einzelnen Plagioklase im parallelen und convergenten polarisirten Lichte eine Methode gegründet, die hauptsächlichsten Arten derselben zu unterscheiden, sondern aus seinen Beobachtungen geradezu gefolgert, dass die Kalknatronfeldspathe überhaupt nicht das Resultat isomorpher Mischungen sein könnten. Wenn auch dieser Einwand gegen die Tschermak'sche Theorie von deren Anhängern sofort als unbegründet und unberechtigt zurückgewiesen wurde, so schien es doch andererseits nach den von Des Cloizeaux angeführten Thatsachen vorläufig unmöglich, die optischen Eigenschaften sämmtlicher Plagioklase in ähnlicher Weise wie alle übrigen Eigenschaften in einem übersichtlichen Gesammtbilde zusammenzufassen.

---

[1]) Mikroskopische Physiographie, S. 349 etc.

In diesem Stadium befand sich die Feldspathfrage, als vor ungefähr zwei Jahren von meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrath Tschermak die Aufforderung an mich erging, die optische Orientirung der Plagioklase an Spaltblättchen derselben zu bestimmen. Die Arbeit begann mit der Beobachtung des Verhaltens der beiden Plagioklase von Wilmington und Sobboth, welche ihrer chemischen Analyse nach zwischen Albit und Oligoklas zu stehen kommen.

Das an einem für diesen Zweck sehr günstigen Materiale gewonnene Resultat war solcher Art, dass es mit der Tschermak'schen Theorie im vollen Einklange erschien, dagegen sich nicht gleich gut mit der von Des Cloizeaux vertretenen Anschauungsweise vereinigen liess, ohne übrigens seinen Beobachtungen eigentlich gerade zu widerstreiten.

Damit war der Gedanke nahegelegt, dass die von Des Cloizeaux mitgetheilten Beobachtungen überhaupt noch einer andern, vielleicht naturgemässeren, als der von ihm gegebenen Deutung fähig sein dürften, derzufolge sie mit der genannten Theorie besser übereinstimmten.

Allein das darauf hin unternommene eingehendere Studium der einschlägigen Arbeiten des französischen Forschers brachte mich bald zur Ueberzeugung, dass es nur demjenigen möglich wäre, in dieser Angelegenheit sich ein klares Urtheil zu bilden, welcher durch eine Reihe analoger Untersuchungen einen selbstständigen Standpunkt gewonnen hätte. Es zeigt sich z. B., dass in den citirten Publicationen wohl überall die Grösse, nicht aber in allen Fällen auch die Orientirung der Auslöschungsschiefen bezüglich der Krystallform angegeben sei. Auch ist der Weg, auf welchem Herr Des Cloizeaux zu diesem oder jenem Resultate gelangte, so beispielsweise was die Lage der optischen Elasticitätsaxen betrifft, nicht immer mit jener Ausführlichkeit und Deutlichkeit beschrieben, welche allein eine objective Beurtheilung der Deutung dieser Resultate ermöglicht hätte. Es stellte sich ferner heraus, dass Des Cloizeaux beim Vergleiche der einzelnen Feldspathe untereinander hinsichtlich der Dispersion sich nicht consequent geblieben sei, indem er in seinem ersten Mémoire pag. 15 die Gleichheit der Dispersion ($\rho < \upsilon$) um die erste Mittellinie des Albit und Anorthit (obgleich im ersteren diese Mittellinie positive, im

zweiten negative Doppelbrechung besitzt), gegenüber dem Labradorit mit $\rho > \upsilon$ um die erste (positive) Mittellinie betont, während er kurz zuvor, pag. 9, die Verschiedenheit der Dispersion $\rho > \upsilon$ beim Labradorit und $\rho < \upsilon$ beim Oligoklas in Platten senkrecht zur positiven Mittellinie (gleichviel ob diese diejenige des spitzen oder stumpfen Winkels ist) als Unterscheidungsmittel zwischen beiden hervorhebt. Gerade im letzteren Falle, wo seine Auffassung der meinigen, wie sich zeigen wird, nahe kommt, wurden Des Cloizeaux's Angaben über die Dispersion von anderen Forschern (unabsichtlich) im entgegengesetzten Sinne verwerthet, als von ihm selbst, indem sowohl Kosmann in seinem Referate über Des Cloizeaux (Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft, 1875, S. 259), als auch C. Klein (in seiner neuesten Arbeit über den Feldspath vom Monte Gibele auf Pantallaria, Neues Jahrbuch, 1879, S. 528) die Dispersion $\rho > \upsilon$ um die negative Mittellinie beim Oligoklas der Dispersion $\rho > \upsilon$ um die positive Mittellinie beim Labradorit entgegenstellen.

Somit betrachtete Des Cloizeaux die Dispersion einmal mit Rücksicht auf die Grösse des Axenwinkels, das andere Mal mit Rücksicht auf den Charakter der Doppelbrechung. Es ist aber klar, dass man beim angestrebten Vergleiche auf Grund der gemachten Erfahrungen und Beobachtungen sich für die eine oder andere Betrachtungsweise wird entscheiden und diese consequent wird durchführen müssen.

So kam es, dass die vorliegenden Untersuchungen in Folge des lebhaften Wunsches, den scheinbaren Widerspruch zwischen dem optischen und dem krystallographisch-chemischen Verhalten der Plagioklase womöglich aufzuklären und so die letzten Bedenken, welche Des Cloizeaux gegen die Tschermak'sche Theorie erhoben hat, zu beseitigen, die ihnen anfangs gesteckte Grenze weit überschritten, indem sie sich naturgemäss nicht auf die Erscheinungen im parallelen polarisirten Lichte beschränken durften und sich allmälig auf einen immer grösseren Kreis von Vorkommnissen ausdehnen mussten, welcher schliesslich charakteristische Vertreter einer jeden Art von Plagioklasen und selbst den Mikroklin und den interessanten Feldspath von Pantellaria umfasste. Dabei wurde ich von dem weiteren Gedanken geleitet, dass eine Bestätigung der Angaben und Beobachtungen Des Cloizeaux in

Anbetracht der Schwierigkeit der Methode und der Wichtigkeit des Gegenstandes auch dann nicht unwillkommen sein konnte, wenn diese Untersuchungen zu dem gleichen Resultate führen sollten, welches bereits Des Cloizeaux gewonnen. Dass meine Beobachtungen in der That mit den ausgezeichneten Forschungen desselben meist grosse Uebereinstimmung zeigen, dass dagegen die oben ausgesprochenen Vermuthungen betreffs der Möglichkeit einer sachgemässen Deutung seiner Resultate ihre volle Bestätigung fanden, darüber habe ich bereits im Julihefte der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften im vergangenen Jahre in Form eines Auszuges meiner Arbeit eine vorläufige Mittheilung machen können.

Ich erachte es als eine höchst angenehme Pflicht, gleich an dieser Stelle mit Worten des innigsten Dankes des Herrn Hofrathes Tschermak zu gedenken, durch dessen Güte mir nicht blos fast alles Materiale [1]) sowie Rath und Unterstützung in reichstem Masse zukam, sondern es überhaupt allein möglich wurde, trotz heftiger Erkrankung die Arbeit zu Ende zu führen.

Es erübrigt noch, vor Mittheilung der eigentlichen Untersuchungen das ihnen zu Grunde liegende Verfahren mit einigen Worten zu charakterisiren, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden und Missverständnissen vorzubeugen. Zunächst ist daran zu erinnern, dass ja die Arbeiten von Des Cloizeaux auf Grund eigener Erfahrungen geprüft werden sollten, und dass schon deshalb das Verfahren sich an die von dem genannten Forscher gebrauchte Methode im Wesentlichen anschliessen musste.

Da es sich nicht so sehr um die Bestimmung der optischen Constanten der Plagioklase als darum handelte, die Frage zu beantworten, ob gesetzmässige Beziehungen zwischen den einzelnen Gliedern der Plagioklasreihe in optischer Hinsicht in der That nicht existiren, und wenn solche Gesetzmässigkeiten trotz der gegentheiligen seit Des Cloizeaux herrschenden Ansicht dennoch bestehen sollten, dieselben aufzufinden, so musste das hauptsächlichste Streben darauf gerichtet sein, sämmtliche Plagioklase unter möglichst gleichen Umständen einer einheitlichen Prüfung zu unterziehen.

---

[1]) Das Gegentheil wird stets ausdrücklich bemerkt werden.

In dieser Beziehung schien es am besten, die Spaltbarkeit nach P und nach M, welche sämmtliche Feldspathe in gleicher Weise auszeichnet, zu Hilfe zu nehmen und die auf so gewonnenen Präparaten überall auf dieselbe Art und gegen dieselbe Kante bestimmte Lage der Hauptschwingungsrichtungen zur Grundlage und zum Ausgangspunkte der vergleichenden Betrachtung zu wählen.

Spaltblättchen verdienen in doppelter Hinsicht vor Schliffen den Vorzug; einmal, weil sie von natürlichen Flächen begrenzt sind und sogar in ihren Unvollkommenheiten noch die Eigenthümlichkeiten der Substanz, welcher sie zugehören, zum Ausdrucke bringen, sodann, weil auf diese Weise auch Andern die Möglichkeit geboten ist, an neuem Materiale Untersuchungen gleicher Art und unter ähnlichen Umständen anzustellen, deren Daten mit den hier gegebenen direct vergleichbar sind, was von Beobachtungen an Schliffen nicht in demselben Masse behauptet werden kann.

Allerdings bleibt in jenen Fällen, wo entweder die Spaltbarkeit an sich durch theilweise vorgeschrittene Veränderung des Materiales beeinträchtigt wird, oder wo die Herstellung geeigneter Spaltblättchen aus anderen Gründen, so wegen Kleinheit des Materiales, z. B. bei Gesteinsgemengtheilen auf Schwierigkeiten stosst, oder wo endlich in Folge einer besonders complicirten Zwillingsbildung oder einer innigen Verwachsung mehrerer Feldspatharten ein Einblick in ihren feineren Bau nur in Durchschnitten von äusserster Dünne möglich wird, nichts anderes übrig, als auch zu Schliffen seine Zuflucht zu nehmen.

Gleiches gilt natürlich von denjenigen Präparaten, welche das Studium des Verhaltens um die Mittellinien zum Zwecke haben, da letztere im triklinen Krystallsysteme bekanntlich zu keiner der vorkommenden Krystallflächen nothwendig senkrecht stehen, mit keiner zusammenfallen müssen.

Die meisten der ausgeführten Bestimmungen wurden jedoch an Spaltblättchen ausgeführt, und es wird jedesmal ausdrücklich hervorgehoben werden, welche Resultate an Spaltungsstücken und welche an Schliffpräparaten gewonnen wurden.

Die Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte hatte eine zweifache Aufgabe zu erfüllen.

Zunächst sollte die Grösse des Winkels bestimmt werden, welchen die der Kante P/M zunächst liegenden Hauptschwingungsrichtungen auf Spaltblättchen nach P und M mit der beiden Flächen gemeinsamen Kante einschliessen. Zu diesem Zwecke wurden unter den Präparaten nach P die dünnsten und durchsichtigsten ausgewählt, auf Gläschen mit einem Tropfen Canadabalsam befestigt und auf den drehbaren, mit Gradeintheilung versehenen Objecttisch eines mit gekreuzten Nicols versehenen Mikroskopes gebracht, dessen Fadenkreuz mit den Hauptschnitten der Nicols übereinstimmte.

Bei polysynthetischer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz stellt die Oberfläche solcher Blättchen in einem zur Streifung senkrecht geführten Querschnitte eine gebrochene Linie dar, gebildet von den Tracen der Endflächen der beiden Individuen, welche abwechselnd ein- und ausspringende Winkel mit einander einschliessen. Denkt man sich die Scheitelpunkte der am meisten ausspringenden Winkel mit einander durch eine Gerade verbunden, respective an die Kanten, in denen die entsprechenden Endflächen zusammenstossen, eine Tangentialebene gelegt, so wird dadurch die Lage des Blättchens bestimmt. In dem idealen Falle, wo beiderlei Lamellen vollkommen gleich breit entwickelt sind, wird die Zwillingsebene auf die Unterlage des Blättchens genau senkrecht zu stehen kommen.

Die meisten der untersuchten Präparate waren so gewählt und so hergestellt, dass sie dem betrachteten Falle sich möglichst näherten. Das Mikroskop wurde mit Natriumlicht beleuchtet und bei parallelen Nicols zunächst durch 80 Ablesungen die Stellung fixirt, in welcher die auf den Beobachter zulaufende Kante P/M, das ist die Richtung der Streifung des Präparates, dessen Unterlage mit etwas Wachs am Objecttisch festgeklebt war, mit dem Faden des Oculars, respective mit den Hauptschnitten der Nicols coincidirte. Durch Einstellung auf den Moment, wo in den Zwillingslamellen bei gekreuzten Nicols das Maximum der Dunkelheit eintrat, wurde mittelst 80 Ablesungen für die eine und 80 Ablesungen für die andere Hälfte derselben die Lage der Hauptschwingungsrichtungen gegen die Zwillingsgrenze festgestellt.

Um die im Instrumente liegenden Fehlerquellen auf ein Minimum zu reduciren, wurde das Präparat hierauf umgelegt und auf der

Unterseite ceteris paribus eine gleiche Anzahl von Beobachtungen gemacht, von den oben und unten erhaltenen Zahlen das arithmetische Mittel genommen. Nach dem Grade von Gleichheit oder Verschiedenheit der gefundenen Auslöschungsschiefen gegen die Trace der Zwillingsebene liess sich bei günstigen Verhältnissen beurtheilen, ob die Endflächen der betreffenden Präparate gegen die Axe des Instrumentes gleich oder verschieden geneigt waren und ob die etwa existirende Verschiedenheit dieser Neigung auf das erhaltene Resultat von einem merklichen, die Beobachtungsfehler stark überschreitenden Einflusse sei.

Die Brauchbarkeit der auf solche Weise erlangten Resultate wird später noch wiederholt besprochen werden.

Der extremste Fall ist in solchen, nur ausnahmsweise untersuchten Präparaten ausgedrückt, welche eigentlich ein einziges Individuum darstellen, in welchem Hauptindividuum die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz nur in Form sehr feiner paralleler Linien angedeutet ist, so dass gleichsam das Hauptindividuum auf seiner Endfläche flach aufliegt. Natürlich steht hier die Zwillingsebene (Längsfläche) nicht mehr vertical, sondern ist gegen die Axe des Instrumentes circa 3^0 geneigt, während dagegen die einfallenden Strahlen die Oberfläche des Blättchens genau senkrecht treffen, daher das Resultat der Beobachtung genau die Hauptschwingungsrichtungen, welche der Endfläche entsprechen, wiedergibt.

Aehnlich war die Bestimmung der Auslöschungsschiefe in Spaltblättchen nach *M*.

Hier erschien es wünschenswerth, dass die Stücke möglichst frei von jeder Zwillingsbildung seien und musste besonders darauf geachtet werden, dass wenigstens die Fläche, auf welcher sie aufgeklebt werden sollten, möglichst eben abgespalten war, und dass die zwischen *P* und *M* angeschlagene Kante möglichst continuirlich verlief.

Wo deutliche und unzweifelhafte Spaltrisse nach *P* sichtbar waren, was im Allgemeinen selten und nur in dünnen Präparaten vorkam, da wurden diese zur Einstellung der Kante benützt.

Besondere Schwierigkeiten liegen in der Unvollkommenheit der Spaltbarkeit nach der Längsfläche und in anderen störenden Unregelmässigkeiten, welche zum Theile, wie sich später zeigen wird, auf versteckte Zwillingsbildung sich zurückführen lassen.

Mit Rücksicht auf die selbst gemachten Erfahrungen muss ich Herrn Des Cloizeaux bezüglich seiner Bemerkung über die Anwendung monochromatischen Lichtes bei Untersuchung der Feldspathe im parallelen polarisirten Lichte beipflichten; gerade da, wo nach den Dispersionsverhältnissen ein die Beobachtungsfehler überschreitender Unterschied zu erwarten wäre, leidet die Schärfe der Untersuchung bei Anwendung monochromatischen Lichtes meist unter der geringen Durchsichtigkeit der Präparate, wie beispielsweise beim Labradorit und Oligoklas; ich habe die Untersuchung im Natriumlicht hauptsächlich nur der Gleichförmigkeit der Beobachtungen wegen durchgeführt.

Da jedoch von vorneherein nicht ausgeschlossen war, dass verschiedene Stücke desselben Fundortes auch in ihrer chemischen Zusammensetzung etwas variiren und, sei es im Zusammenhange damit, sei es unabhängig davon, eine etwas verschiedene optische Orientirung zeigen hönnten, erwies es sich als vortheilhaft, ausser diesen möglichst genauen Bestimmungen gleichzeitig noch eine grössere Reihe von minder sorgfältigen, aber auch weniger zeitraubenden Untersuchungen im Tages- oder Lampenlicht anzustellen, um auf solche Weise das Vorhandensein und die Grenzen etwaiger Schwankungen festzustellen und die vergleichende Beobachtung zu erleichtern.

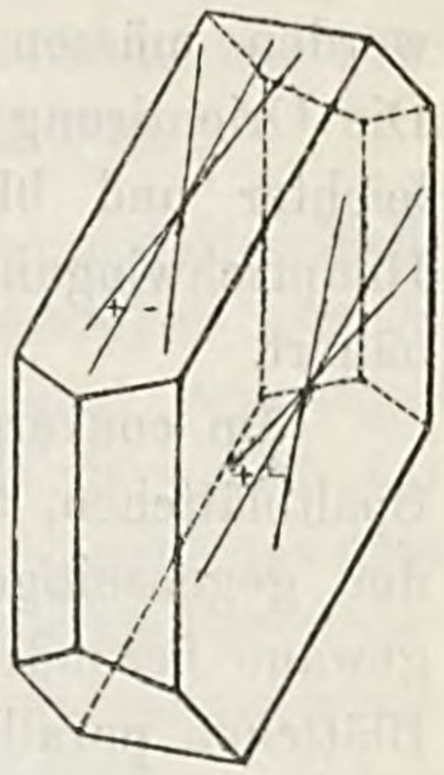
Die zweite Aufgabe der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte war die Orientirung der Lage der Auslöschungsschiefe mit Bezug auf die Krystallform, wobei wieder die der Kante P/M zunächst liegende Auslöschungsrichtung in Betracht gezogen wurde.

Denkt man sich einen jeden Plagioklaskrystall in der von Des Cloizeaux und Tschermak vorgeschlagenen Weise aufgestellt, so zwar, dass die Prismenzone vertical steht, die Endfläche nach vorn und gleichzeitig nach rechts neigt, demnach die stumpfe Kante P/M zur Rechten des Beschauers zu liegen kommt, die Längsfläche hingegen auf ihn zuläuft, so kann man an einem solchen Krystalle eine obere und untere Basis, eine rechte und linke Längsfläche unterscheiden.

Die obere Basisfläche wird rechts von der stumpfen Kante, links von der scharfen Kante P/M, vorn von den Tracen der vor-

deren Prismenflächen begrenzt. Der Umriss der rechten Längsfläche wird oben von der stumpfen Kante, unten von der scharfen Kante zwischen End- und Längsfläche gebildet, vorn von der Trace des rechten vorderen, hinten von derjenigen des linken hinteren Prismas. (Siehe beifolgende Zeichnung eines Albitkrystalles.)

Fig. 1.



Alle Angaben, welche sich auf die Orientirung der Auslöschungsschiefe oder der optischen Elasticitätsaxen beziehen, werden die erwähnten zwei Flächen in der oben besprochenen Stellung voraussetzen. Dabei soll der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen auf P mit der Kante P/M als positiv bezeichnet werden [1]), sobald dieselbe von links vorn nach rechts hinten (also im Sinne der Trace des rechten Prismas) geneigt erscheint, während eine Neigung im Sinne der Trace des linken Prismas durch das negative Zeichen ausgedrückt werden soll.

Auf der Längsfläche würde die Trace der Fläche y den spitzen Winkel des schiefwinkligen Parallelogrammes abstumpfen, welches zwischen den Tracen der basischen Spaltbarkeit und den verticalen Kanten (Tracen der Prismenflächen) liegt. Ist nun die Auslöschungsschiefe auf M mit der Trace von y gleich gerichtet gegen die Kante P/M, dann mag ihr Winkel als positiv, im andern Falle als negativ betrachtet werden.

Hinsichtlich der practischen Ausführung der darauf bezüglichen Beobachtungen möchte ich Folgendes bemerken.

Sobald Krystalle zur Verfügung stehen, genügt die Messung des Spaltwinkels zwischen End- und Längsfläche zur krystallographischen Orientirung. Dünne Blättchen, parallel der oberen Endfläche abgespalten, ergeben direct die Lage der Auslöschungsschiefe, sobald man nur die Vorsicht gebraucht, dieselben auf der neu erhaltenen Oberfläche, der unteren Basisfläche, wirklich aufzulegen. Dabei ist es gleichgültig für das Resultat, ob das Blättchen sonst noch in der richtigen Lage oder vielleicht in einer in der Horizontalebene um 180° verwendeten Stellung sich befindet.

---

[1]) In Uebereinstimmung mit dem bereits im Auszuge meiner Arbeit geübten Gebrauche.

Wenn keine Krystalle, blos Spaltungsstücke vorliegen, muss natürlich vor allem mittelst der prismatischen Spaltbarkeit die Richtung der verticalen Axe festgestellt werden.

Verwickelter gestaltet sich die Untersuchung, wenn kein einfaches, sondern nur Zwillingsindividuen nach dem Albitgesetz vorhanden sind, weil dann alle Messungen auf das Hauptindividuum bezogen werden müssen, was bisweilen grosse Aufmerksamkeit erfordert. Die Orientirung der Auslöschungsschiefe auf *M* ist im allgemeinen leichter und blos dann umso schwieriger, wenn der Winkel der Hauptschwingungsrichtungen mit der Kante sich der Null stark nähert.

Im convergenten polarisirten Lichte wurden gleichfalls theils Spaltblättchen, theils Schliffpräparate untersucht. Für die Aufklärung der gegenseitigen Beziehungen der Glieder der Plagioklasreihe gewann besonders die Beobachtung der Interferenzerscheinungen in Blättchen parallel der Längsfläche unter dem Nörremberg'schen verbesserten Polarisationsapparat an Bedeutung angesichts der merkwürdigen Thatsache, dass sämmtliche Plagioklase auf dieser Fläche positive Doppelbrechung zeigen. Eine Reihe von Skizzen der beobachteten Interferenzbilder (siehe Tafel II), sämmtlich im gleichen oben erwähnten Sinne orientirt, so dass man gleichsam die Endfläche von oben her, die Längsfläche von der rechten Seite aus betrachtet, sollen insbesondere die Aenderungen deutlich machen, welche die Axenebene in ihrer Lage erfährt, wenn man in der Reihe, vom Albit ausgehend, zum Anorthit fortschreitet. Auf der nächsten Tafel sind die an den wichtigsten Feldspatharten beobachteten Dispersionserscheinungen in ähnlicher Weise einander gegenüber gestellt.

Für genauere Messungen des Axenwinkels und der Dispersion wurden Präparate senkrecht auf die betreffenden Mittellinien angefertigt und in den v. Lang'schen Axenwinkelapparat gebracht. Ausserdem bediente ich mich meist des bereits von Becke in diesen Mittheilungen, Bd. II (Neue Folge), Heft V, S. 430 näher beschriebenen Schneider'schen Polarisationsinstrumentes [1]).

Wenn auch dieser Apparat in Folge seines nothwendigerweise ziemlich complicirten Mechanismus zu ganz genauen Messungen

[1]) Der Brechungsquotient der mittleren Linsen des Schneider'schen Apparates wurde im Mittel zu $n = 1{\cdot}51$ bestimmt.

weniger geeignet ist, so leistet er doch umso schätzbarere Dienste, sobald es sich darum handelt, sich über die optische Orientirung, Axenwinkel und Dispersionserscheinungen im Allgemeinen und zum Zwecke vergleichender Betrachtung Aufschluss zu verschaffen. Auch kann man die im Apparate liegenden Fehlerquellen durch eine vierfache Beobachtung auf ein geringes Mass zurückzuführen, indem man das Präparat einmal in der Horizontalebene, einmal in der Verticalebene, ohne es vom Objectträger zu entfernen, um 180° dreht, somit vorn und hinten, oben und unten betrachtet.

Die Darstellung von Spaltungspräparaten parallel der Endfläche gibt reichlich Gelegenheit, die grosse Mannigfaltigkeit kennen zu lernen, welche in der Ausbildung der Zwillinge nach dem sogenannten Albitgesetz herrscht. Wie sich zeigen wird, lässt sich das was A. Lossen[1]) bei Besprechung der „Albit-Porphyroide aus dem Harz“ über die Zwillingsbildung des Albites namentlich über Fehlen der Streifung auf *P*, Unregelmässigkeit im Verlaufe der Zwillingslamellirung, Vorkommen einfacher Krystalle und einfacher Zwillinge (Zweihälfter) etc. mitgetheilt hat, im Grossen und Ganzen vollkommen bestätigen; doch ist zu bemerken, dass Vieles von dem dort Gesagten nicht etwa blos für Albit charakteristisch ist, sondern viel allgemeiner Geltung hat, sowie dass andererseits ein Unterschied darin zu liegen scheint, ob wohlausgebildete Krystalle oder blos krystallinische Massen (so Spaltungsstücke) der Beobachtung vorliegen.

Anfangs wurde natürlich zur Vermeidung von Irrthümern fast nur solches Material in Untersuchung gezogen, welches, abgesehen von dem oben besprochenen Zwillingsgesetze von jeder sonstigen Zwillingsbildung, Unregelmässigkeit und Inhomogeneität möglichst frei war. Nachdem die gestellte Aufgabe der Hauptsache nach gelöst war, konnte aber umgekehrt auf Grund der bereits bekannten Thatsachen den scheinbaren Störungen und Abweichungen im optischen Verhalten, welche im Laufe der Arbeit hie und da oft ungesucht der Beobachtung sich darboten, nachgegangen werden und

---

[1]) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. Protokoll der Juni-Sitzung 1879, pag. 441.

konnte beispielsweise auf diesem Wege nachgewiesen werden, dass das vom Rath'sche Zwillingsgesetz eine viel weitere Verbreitung hat, als man vielleicht glauben möchte.

III.

Beobachtungen.

Der nachfolgende Abschnitt wird hauptsächlich die von mir an den wichtigsten Vertretern der Kalknatronfeldspathe gemachten Beobachtungen behandeln. Da es gleichzeitig in meiner Absicht liegt, zu zeigen, ob und welche Beziehungen zwischen den optischen und chemischen Eigenschaften der Plagioklase existiren, so wird es sich als das Beste empfehlen, die untersuchten Vorkommnisse in einer dem Mischungsverhältnisse der Endglieder entsprechenden Reihenfolge aufzuführen, ähnlich, wie dies Hofrath Tschermak selbst in seinen Feldspathstudien gethan hat. Aus demselben Grunde erscheint es auch wünschenswerth, Alles, was über die chemische Zusammensetzung der untersuchten Vorkommnisse bekannt ist, vor Beschreibung derselben kurz mitzutheilen. Um die einzelnen Glieder der hier zu betrachtenden Reihe auf eine einfache Weise auszudrücken, wird dabei nach der l. c. von demselben Forscher gleichfalls zuerst vorgeschlagenen und angewandten abgekürzten Schreibweise die Albitsubstanz ($Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$) durch Ab, die Anorthitsubstanz ($Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16}$) mit An sowie die Adularsubstanz ($K_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$) mit Or bezeichnet werden. Damit jedoch auch ein directer Vergleich dieser Analysen mit der für bestimmte Aequivalentverhältnisse der Endglieder berechneten Zusammensetzung möglich sei, werde ich die ebendort (S. 22 des Separat-Abdruckes aus dem L. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften) für die Zusammensetzung und das Eigengewicht der Feldspathe aus der Albit-Anorthitreihe $Ab_n\ An_o$ aufgestellte Tabelle der eigentlichen Darstellung vorangehen lassen.

Tafel für die Zusammensetzung und das Eigengewicht der Feldspathe aus der Albit-Anorthitreihe $Ab_n\ An_o$.

Verhältniss $n : o$	Albit			Oligoklas				Andesin	
	1 : 0	12 : 1	8 : 1	6 : 1	4 : 1	3 : 1	2 : 1	3 : 2	4 : 3
Kieselsäure	68·6	66·5	65·6	64·7	63·2	61·9	59·7	58·0	57·3
Thonerde . .	19·6	21·0	21·7	22·3	23·3	24·2	25·6	26·8	27·3
Kalkerde . .	0·0	1·6	2·3	3·0	4·2	5·2	6 9	8 3	8·9
Natron . . .	11·8	10·9	10·4	10·0	9·3	8·7	7·7	6·9	6·5
s =	2 624	2·635	2·640	2·645	2·652	2 659	2·671	2·680	2·684

Verhältniss $n : o$	Labradorit				Bytownit			Anorthit	
	1 : 1	3 : 4	2 : 3	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 6	1 : 8	0 : 1
Kieselsäure .	55·4	53·6	52 9	51·2	49·1	47 9	46·5	45·7	43·0
Thonerde . .	28·5	29 8	30·3	31·4	32·8	33·6	34·6	35·1	36·9
Kalkerde . .	10·4	11·7	12·3	13·6	15·3	16·3	17·3	18·0	20·1
Natron . . .	5·7	4·9	4·5	3·8	2·8	2·2	1·6	1·2	0·0
s =	2·694	2·703	2·708	2·716	2·728	2·735	2·742	2·747	2·758

Albit *(Ab)*.

Bei den Feldspathen, welche der reinen Albitsubstanz nahestehen, sind die optischen Verhältnisse verhältnissmässig noch ziemlich einfach und leicht bestimmbar und ihre optische Orientirung ist auch wirklich seit Des Cloizeaux's ausführlichen Beobachtungen in hinreichender Weise bekannt.

Hier war der Zweck meiner Untersuchungen hauptsächlich darauf gerichtet, die bereits bekannten Thatsachen durch neue Beobachtungen an anderen Vorkommnissen zu vermehren und zu-

gleich durch eigene Anschauung für die vergleichende Betrachtung der übrigen Plagioklase einen Ausgangspunkt zu gewinnen. Dazu standen mir Krystalle von Fusch im Pinzgau, sowie Krystalle von der durch G. vom Rath näher bekannten Fundstätte von Schmirn in Tirol zur Verfügung. Letztere werden von dem erwähnten Forscher in seiner oben citirten Arbeit (S. 155) geradezu als Typus der gewöhnlichen Albitvarietäten hingestellt, denen gegenüber dem Periklin Breithaupts eine grössere Divergenz der Brachyaxen (4° 17′) und der Verticalaxen (8° 10′) zukommt[1]).

Die Krystalle von Fusch sind nicht nur gänzlich eingelagert in feinschuppigem Chlorit, aus dem sie sich übrigens leicht herauslesen lassen, sondern sie sind in der Regel von Chloritschuppen, die sich in ihrem Innern bald unregelmässig vertheilen, bald längs den verschiedenen Spaltebenen anordnen, so erfüllt, dass sie in Folge dessen grüngefärbt erscheinen und nur an wenigen Stellen die für die optische Untersuchung nöthige Klarheit und Durchsichtigkeit besitzen.

In dieser Beziehung verdienen die meist tafelförmig nach *M* ausgebildeten, auf Kalk aufgewachsenen Krystalle von Schmirn, welche höchstens durch etwas Eisenoxyd hie und da röthlich gefärbt, im Uebrigen wasserklar sind, vor den allerdings viel grösseren (bis 3 Cm. langen und 1 Cm. breiten) in der Regel mehr gleichförmig ausgebildeten von Fusch den Vorzug.

Von Spaltbarkeiten wurde ausser derjenigen nach End- und Längsfläche, noch die nach beiden Prismenflächen, und zwar nach dem rechten Prisma eine deutlichere beobachtet.

Bei Betrachtung der Zwillingskrystalle nach dem Albitgesetz gewinnt man in der Regel den Eindruck, als ob zwei Hauptindividuen vorhanden wären, ein rechtes und ein linkes, und als ob blos ein Uebergreifen des einen in das Gebiet des andern an der mitunter treppenförmig absetzenden Zwillingsgrenze, oder eine Einlagerung von Theilen des einen Individuums in dem andern stattfände; es scheint für die Krystalle der Endglieder der Plagioklasreihe überhaupt charakteristisch, dass die polysynthetische Ausbildung der Zwillinge nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht, wie in den

---

[1]) Dem entsprechend ist die Lage des rhombischen Schnittes gegen *P*/*M* bei diesen Varietäten + 22° (ungefähr), dagegen beim Periklin nur + 13°.

Mittelgliedern, und dass sich die Individuen hier häufiger in keilförmigen Stücken, als in parallelen Lamellen berühren.

Auch Coexistenz des Gesetzes: Zwillingsaxe die Normale zu *M* und des Karlsbader Gesetzes (mit der Querfläche als Berührungsebene) wurde mehrfach beobachtet.

Beiden Albitvarietäten kommt ein nahezu vollständig gleiches optisches Verhalten zu.

1. Die Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte ergab für die der Kante *M*/*P* zunächst gelegene Hauptschwingungsrichtung eine Neigung gegen dieselbe Kante im gleichen Sinne wie die Trace des rechten Prismas auf der Endfläche und wie die Trace der Fläche *y* auf der Längsfläche (mithin einen positiven Winkel im oben angegebenen Sinne[1]). Die Grösse dieses Winkels wurde im *Na*-Licht durch möglichst genaue Bestimmung des Maximums der Auslöschung ermittelt, und zwar an Spaltungsstücken parallel der Endfläche, die aus zwei Individuen nach dem Albitgesetz bestanden zu + 3° 47′ (linkes) und 3° 48′ (rechtes Individuum) Albit von Fusch, zu + 3° 40′ (horizontal aufliegendes)[2]) und + 3° 54′ (schiefes Individuum) Albit von Schmirn; ferner an Krystallen, die auf der einen Seite nach *M* abgespalten waren, wurde derselbe Winkel für die Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche zu + 17° 35′ (Fusch) und + 17° 54′ (Schmirn) bestimmt. Beiläufige Bestimmungen an mehreren anderen Spaltblättchen nach *P* und *M* weichen nur innerhalb der Grenzen ihrer Beobachtungsfehler von den angeführten ab.

2. Convergentes polarisirtes Licht. Wenn man einen flach ausgebildeten Zwillingskrystall, dessen Längsflächen möglichst frei sind von der bei Albiten so häufigen treppenförmigen Combinationsstreifung, durch Zerspalten nach *M* in seine beiden Hälften trennt und diese unter dem Nörremberg betrachtet, dann sieht man sogleich, dass in der Nähe der Normalen zu *M* eine Mittellinie austritt, und Versuche mit der Quarzplatte beweisen, dass dieselbe

---

[1]) Siehe Seite 149 der Einleitung (II. Gang und Methode der Untersuchung) Figur 1.

[2]) Dieses Spaltblättchen, an dem das eine Individuum viel grösser war, wurde derart mit einem Tropfen Canadabalsam auf dem Objectträger befestigt, dass die Endfläche des grösseren Individuums horizontal lag. Wie man sieht, wird hiedurch kein besonderer Unterschied bedingt.

positiv sei, das heisst, mit der Axe der kleinsten Elasticität (c) zusammenfällt.

Man bemerkt sowohl Lemniskaten als die Anfänge der den Axen zugehörigen Ringsysteme; von den Lemniskaten ist an der einen Seite eine grössere Zahl wahrzunehmen, ein Beweis, dass die Axenebene gegen die Plattennormale geneigt ist. Die genaue Verfolgung dieser Erscheinung zeigt, dass sie in Wirklichkeit durch eine Neigung der optischen Axenebene gegen die scharfe Kante P/M hervorgerufen wird. Einem in der oben angegebenen Orientirung von rechts her betrachteten Krystalle entspricht daher das in der Fig. 3, Tafel III, gegebene Interferenzbild. Die Axenpunkte selbst sind in Luft nicht mehr sichtbar, doch scheinen die optischen Axen fast genau symmetrisch zur Plattennormale zu liegen, wenigstens lässt sich beim blossen Anblick unter dem Nörremberg darüber nicht mit Sicherheit entscheiden, ob eines und welches der beiden Ringsysteme mehr in das Gesichtsfeld gerückt ist, woraus folgt, dass die Auslöschungsschiefe auf M beim Albit fast genau mit der Trace der optischen Axenebene zusammenfällt.

Mehrere Versuche mit dem Schneider'schen Polarisationsapparat, welcher bekanntlich nicht nur durch Drehung des Objectträgers um eine Horizontalaxe, sobald die optische Axenebene vertikal steht, eine Messung des scheinbaren Axenwinkels in Glas, sondern auch durch eine bis zu 15° gehende Neigung des Präparates um eine zur früheren senkrechten Horizontalaxe gleichzeitig einen Schluss auf die Neigung der Axenebene gegen die Plattennormale gestattet, zeigten, dass im Albit diese Neigung etwas mehr als 15° beträgt; gleichzeitig liessen die Beobachtungen vermuthen, dass hier die Mittellinie höchstens 1·7° von einer durch die Plattennormale zur Trace der Axenebene senkrecht gelegten Ebene nach hinten zu abweicht. Der scheinbare Axenwinkel in Glas wurde für den Albit von Schmirn zu 79·8°, 80·5°, 80·7°, für den Albit von Fusch zu 78·5° bestimmt. An einem aus Albit von Zöptau in Mähren über der scharfen Kante P/M unter einem Winkel von ungefähr 163° 10′ zu M und 102° 40′ zu P angefertigten Schliffpräparat, welches auf der Axenebene genau, auf der Mittellinie fast genau senkrecht steht, betrug derselbe 79·5° und die Auslöschungsschiefe gegen die Trace von P und M ca. 20° (im selben Sinne wie auf M).

Der Axenwinkel scheint sonach für alle diese Vorkommnisse gleich und im wesentlichen constant. Von der gewöhnlichen Dispersion war in allen Fällen $\rho < \upsilon$ in der 45°-Stellung deutlich zu bemerken.

Da es nicht uninteressant ist, die bei sämmtlichen Plagioklasen auftretenden Dispersionserscheinungen im Zusammenhange zu betrachten, die gewöhnliche Dispersion hier aber niemals allein vorhanden ist, so habe ich, wie oben erwähnt, zum Zwecke des Vergleiches für jedes der hauptsächlichsten Glieder der hier zu betrachtenden Reihe auf einer besonderen Tafel (III) eine Skizze der von mir um die positive Mittellinie (c) herum beobachteten Dispersionen angefertigt. Zur ersten dieser Figuren, welche sich auf den Albit bezieht, gebe ich folgende Erklärung:

1. 90°-Stellung. Bei der Axe *a* (welche auf der rechten *M*fläche vorn austritt), lässt sich eine obere Hälfte mit flacheren, und eine untere mit gekrümmteren Ringen unterschieden. Der Horizontalbalken des schwarzen Kreuzes ist beiderseits blau gefärbt, am oberen Rande etwas weniges stärker; an dem inneren und äusseren Rande des 1. Ringes sind gelbe, am oberen und unteren Rande rothe und orange Farben vertreten.

An der anderen (hinteren) Axe *b* sind die Farben überhaupt heller und auch der Gegensatz in der Form beider Hälften deutlicher; hier sind die Ringe umgekehrt oben runder, unten flacher; letztere Hälfte ist fast nur mit matteren roth-braunen Farben gefärbt; der Horizontalbalken oben stark blau und der gegenüberliegende obere Rand des 1. Ringes stark roth gefärbt.

Dieses Ringsystem erscheint etwas grösser als das andere.

2. In der 45°-Stellung sind die Hyperbelränder von *a* beiderseits schwach blau, innen um eine Nuance stärker gefärbt, ebenso auch der gegenüberliegende Innenrand des 1. Ringes mit stärkerem Roth versehen als der Aussenrand. An der Axe *b* macht sich ein Gegensatz zwischen dem oberen und unteren Rande des 1. Ringes geltend, indem an ersterem die rothen, an letzterem die blauen Farben vorherrschen, gleichzeitig ist blos die Innenseite der Hyperbel mit einer ausgesprochenen Farbe und zwar intensivem Blau bekleidet.

Es erscheint hier also nicht blos $\rho < \upsilon$, sondern auch (schon weniger deutlich) geneigte und schwache horizontale, ja selbst eine Spur gekreuzter Dispersion vertreten.

Sämmtliche hier mitgetheilte Beobachtungen stehen im Einklange mit den bereits von Des Cloizeaux in seinen beiden oben citirten Schriften gelieferten Daten, von denen ich das Wesentlichste hier in Erinnerung bringe. Nach ihm ist der Winkel der Auslöschungsrichtungen zweier nach dem Albitgesetz verbundener Lamellen (bestimmt an Schliffen senkrecht zu *M* und in der Nähe von *P*) im weissen Tageslicht für Albite des Dauphiné, Schweiz, Tirol, Kiräbinsk am Ural, Arendal, Snarum + 7° 37′ bis + 8° 54′ [1]). In sehr dünnen Platten parallel *M* beträgt die Auslöschungsschiefe constant nahe + 20° (19° 58′ Krystalle von Tirol, 18° 31′ bis 20° 30′ Roc Tourné Savoyen).

In seinem Mémoire 1875 hatte Des Cloizeaux der Einfachheit wegen angenommen, dass eine Ebene (*S*) senkrecht zur spitzen Bissectrix im Albit der Kante *P*/*M* parallel gehe, was jedoch nicht genau der Fall ist, wie schon aus der Beobachtung der Interferenzerscheinungen auf der Längsfläche hervorgeht. Es sind daher die dort angeführten Daten über die Lage einer solchen Ebene, besonders was die Neigung zu den Prismenflächen betrifft, nur annähernd richtig. Des Cloizeaux hat übrigens in seinem späteren Mémoire 1876 selbst darauf aufmerksam gemacht und l. c. S. 45 angegeben, dass man die alten Zahlen durch folgende ersetzen kann: $PS = 101° 0'$, ST [2]) $= 120° 32'$, $SM = 164° 38'$. Es muss jedoch befremden, dass er an derselben Stelle den Satz ausgesprochen hat, dass dies aus der zuvor mitgetheilten Auslöschungsschiefe auf der Endfläche folge, weil man danach und nach einigen vorausgehenden Bemerkungen versucht wäre, zu glauben, als ob Des Cloizeaux die Auslöschungsschiefe auf *P* mit der Trace der genannten Ebene identificirt und daraus jene Daten umgerechnet hätte. Ein Schluss von der Auslöschungsschiefe auf der Endfläche

---

[1]) Nur in den feingestreiften, theils durchsichtigen, theils kaolinisirten Massen von St. Vincenz in Steiermark, welcher Fundort mit Sobboth identisch ist, fand Des Cloizeaux die Auslöschungsschiefe auf *P* viel kleiner, nicht über 2° 45′ (siehe Mémoire sur le microcline etc. 1876, S. 45 des Separatabdruckes, unten).

[2]) T = linkes Prisma $(1\bar{1}0)$.

auf die Lage der Bissectrix hätte aber keine Berechtigung, da die erstere je nach der Lage der Axenebene und der Grösse des Axenwinkels beliebig variiren kann, selbst wenn die letztere (die Bissectrix) in der Zone *P/M* liegt, die Trace einer zu ihr senkrechten Ebene also mit der Kante zwischen *P* und *M* vollkommen zusammenfällt.

Der Axenwinkel in Öl beträgt $2\,Ha = 80^0\ 39'$ roth, $81^0\ 35'$ grün, $81^0\ 59'$ blau (Roc Tourné). Der Axenwinkel ist nach Des Cloizeaux bei einer und derselben Localität constant und bei verschiedenen Vorkommnissen zwischen 81^0 und 86^0 variirend. Auf diesen Punkt komme ich noch später zurück. Hinsichtlich der Dispersion sind seine Mittheilungen den oben gemachten ganz ähnlich.

Oligoklasalbit ($Ab_6\ An_1$).

Plagioklas von Sobboth in Steiermark.

Analyse von stud. phil. A. Smita[1]).

Spec. Gew. 2·62

SiO_2	64·75	Proc.
Al_2O_3	22·25	„
CaO	2·67	„
Na_2O	10·17	„
K_2O	0·37	„
	100·21	

Plagioklas von Wilmington, Delaware, N. A.

Analyse von Herrn Teclu[2]).

SiO_2	64·75	Proc.
Al_2O_3	23·56	„
CaO	2·84	„
Na_2O	9·04	„
K_2O	1·11	„
	101·30	

---

[1]) Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Ludwig. Siehe Tschermak, Min. Mitth. 1877, 3. Heft, S. 265.

[2]) Ebendaselbst; siehe Tschermak, Min. Mitth. 1871, S. 55.

Die beiden Feldspathe von Sobboth und von Wilmington sind demnach durch die Stellung ausgezeichnet, in der Mitte zwischen den gewöhnlich als Albit und Oligoklas bezeichneten Gliedern der Reihe der Kalknatronfeldspathe, welche ihnen nach ihrer chemischen Zusammensetzung angewiesen werden muss. Es war von grossem Interesse, zu erfahren, ob auch ihr optisches Verhalten diesem Umstande gemäss zwischen den beiden die Mitte halte.

Das Material meiner Untersuchung entstammte theils der Sammlung des Univ.-Institutes (Plag. v. Sobboth), theils dem Hofmineraliencabinete [1]) (Plag. v. Wilmington).

Die Spaltungsstücke des letzteren zeigen sämmtlich eine oft wiederholte polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz mit einer meist sehr gleichförmigen Ausbildung der beiden bald breiteren, bald engeren Lamellensysteme, und sind zwar stellenweise weisslich gefärbt und trüb, stellenweise aber gut durchsichtig.

Das Gleiche gilt vom Sobbother Plagioklas; nur ist hier als eine Eigenthümlichkeit zu verzeichnen, dass neben solchen Partien, denen eine so ausgezeichnete Zwillingsstreifung zukommt, ebenso grosse Partien von mehreren Kubikcentimetern Ausdehnung sich finden, welche nicht allein vollkommen homogen, wasserklar und farblos (höchstens mit einem Stich in's grünliche), sondern auch vollkommen frei von jedweder Zwillingsbildung sind und einem Adular ausserordentlich ähnlich sehen. Ursprünglich lag die Vermuthung also nahe, dass hier gleichzeitig ein Orthoklas vorliege; nach einer beiläufigen optischen Untersuchung wäre die Frage nicht so leicht zu entscheiden gewesen; allein die Messung des Winkels zwischen der Spaltbarkeit nach P und M entfernte jeden Zweifel, dass die Stücke identisch seien mit den übrigen so schön gestreiften Partien. Auch sonst noch sind mir im Laufe der Untersuchung allerdings mehrmals Fälle vorgekommen, wo selbst unter dem Mikroskope auf P keine Zwillingsstreifung sichtbar war (an Krystallen sowohl, z. B. vom Anorthit vom Vesuv, von denen dies längst bekannt ist, ebenso vom Andesin des Porphyrites Dep. du Var. etc., als auch an Spaltungsstücken, wie von Sobboth, Ojamo etc.).

---

[1]) Durch die freundliche Vermittlung des Herrn Dr. A. Brezina.

Allein es ist dies immer eine Ausnahme und gilt für Spaltungsstücke meist nur stellenweise, und wenn man behufs Untersuchung im convergenten Lichte danach trachten muss, solche Spaltungsstücke nach *M* zu erhalten, die wirklich nur aus einem Individuum bestehen, dann hat man die beste Gelegenheit, sich zu überzeugen, wie charakteristisch die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz für die eigentlichen Plagioklase (die Mittelglieder zwischen Albit und Anorthit) wirklich ist.

Es wird darum diese Streifung wohl stets nicht nur ein untrügliches Zeichen des Vorhandenseins von Plagioklasen bleiben, sondern auch das gänzliche Fehlen einer solchen unter Anwendung der nöthigen Vorsicht mit Sicherheit auf die Abwesenheit triklinen Feldspathes schliessen lassen. Es ist zu verwundern, dass man auf das Auffinden solcher Ausnahmen mehrfach solches Gewicht legt. Allerdings mahnen die letzteren zu ganz besonderer Vorsicht, wenn man in einem Gestein, welches beispielsweise Plagioklasbruchstücke enthält, gleichzeitig Orthoklas nachweisen will.

Auch dürften Verwachsungen von Oligoklas und Orthoklas nicht so häufig sein, als man mehrfach geglaubt hat; so zeigte sich in einem Dünnschliffe nach *P* des Feldspathes von Els, welcher nach seinen optischen Eigenschaften ein Oligoklas zu sein scheint, jenes zackenförmige unregelmässige Ineinandergreifen von einer mit äusserst feiner Zwillingsstreifung versehenen Substanz und einer solchen, die davon frei ist; die Messung des Spaltwinkels ergab auch für die letzteren Partieen triklinen Feldspath. Wenn man hier nicht genau zusieht, bemerkt man unter dem Mikroskope zwischen gekreuzten Nicols nur eine dunkle gleichförmig graue Masse.

Auch bei vorstehenden Plagioklasen wurde Spaltbarkeit nach beiden Prismenflächen (nach dem rechten wieder die deutlichere) wahrgenommen.

Diejenigen Stücke, welche frei von Zwillingslamellen waren, lieferten nur selten glatte Spaltflächen nach *M*, meist trat bei dem Versuche, diese Spaltfläche darzustellen, eine Art muschligen Bruches ein.

Die optischen Verhältnisse haben zwar grosse Aehnlichkeit mit denen des Albites, zeigen jedoch (namentlich in der Auslöschungsschiefe auf den Längsflächen) schon eine bedeutende Annäherung an die des Oligoklases.

1. Unter dem Mikroskope im parallelen polarisirten Lichte.

Schöne Spaltblättchen nach P, in denen beide Lamellensysteme möglichst gleichförmig und breit ausgebildet waren, ergaben im *Na* licht + 2° 29′ im einen, + 2° 37′ im andern System (Sobboth); + 2° 03′ die eine, + 2° 18′ die andere Hälfte (Wilmington); ein auf einer Spaltfläche nach M aufgeklebtes, von oben her dünner geschliffenes Blättchen von Sobboth zeigte das Maximum der Auslöschung unter + 11° 44′, schöne Spaltblättchen nach der Längsfläche bei + 11° 36′ (Sobboth), + 11° 13′ (Wilmington).

Unter den von Des Cloizeaux untersuchten triklinen Feldspathen besitzt keiner eine gleiche Lage der Hauptschwingungsrichtungen auf M[1]).

Das an so schönem Materiale und an zwei Feldspathen von ganz ähnlicher chem. Zusammensetzung in so übereinstimmender Weise gewonnene Resultat schien zu erweisen, dass in der verschiedenen Grösse der Auslöschungsschiefen noch kein fundamentaler Gegensatz zwischen den optischen Eigenschaften des Albites und Oligoklases zunächst (und vielleicht aller übrigen Plagioklase) begründet sei, indem dieselben nicht unvermittelt dastehen.

Dieser Gedanke, bestärkt durch die in der letzten Schrift von Des Cloizeaux „sur lemicrocline“ enthaltenen zahlreichen Winkelangaben, welche zum Theile zwischen Werthen schwanken, die nach beiden Seiten hin den nächststehenden Gliedern der Reihe sich nähern, wurde der leitende Gedanke für die weiteren Untersuchungen.

2. Die Betrachtung von Spaltblättchen nach der Längsfläche im convergenten polarisirten Lichte gibt näheren Aufschluss darüber, in wieferne die optische Orientirung vom Albite abweicht.

Das Bild unter dem Nörremberg ist wesentlich dasselbe wie bei den Albiten, nur dass die Bissectrix hier offenbar noch weniger von der Normalen des Blättchens abweicht; der Unterschied in der Zahl der auf beiden Seiten sichtbaren Lemniskaten ist nemlich noch geringer als dort. Gleichzeitig bemerkt man, dass der Axenwinkel ein grösserer sein muss (die Axenpunkte erscheinen weiter nach Aussen gerückt). Dies Alles lässt sich jedoch ungestört nur

---

[1]) Merkwürdiger Weise entspricht, wie ich bestätigen kann, dem farbenwandelnden Feldspath aus dem Zirkonsyenit Norwegens eine ganz ähnliche Orientirung, der zu Folge Des Cloizeaux denselben als eine besondere Varietät unter den Orthoklasen hervorhebt.

an solchen Stücken (Sobboth) betrachten, die ganz frei von Zwillingslamellen sind. Dieselben im Schneider'schen Apparat betrachtet, lassen erkennen, dass die Axenebene zwar ebenfalls nach abwärts neigt, aber mit der Normalen zu *M* einen kleineren Winkel (von ca 10°) einschliesst als bei den Albiten. Der Axenwinkel in Glas nähert sich ebenfalls stark dem Rechten, derselbe wurde an verschiedenen Stücken von Sobboth zu 86°, 86·5°, 87° gemessen. Das Dispersionsbild ist dagegen von dem der Albite nicht weiter zu unterscheiden.

Ist das Spaltblättchen nach *M* aus übereinanderliegenden Lamellen nach dem Albitgesetz aufgebaut, dann treten natürlich Störungen der Interferenzerscheinungen ein, die aber interessanter Weise, wenn die Lamellirung eine submikroskope ist (in Folge dessen, dass die Axenebene von der Drehungsaxe der Zwillingsindividuen so wenig abweicht und die Axen selbst nahezu symmetrisch zu derselben austreten), trotz ihrer Deformität wieder einen sehr regelmässigen und symmetrischen Anblick gewähren können. In der 90°-Stellung fällt diese Störung nothwendiger Weise, wie eine einfache Ueberlegung erklärlich macht, am meisten auf, in der 45°-Stellung erscheinen aber ziemlich wohlerhaltene Hyperbeln und die Dispersion $\rho < \upsilon$ wie bei den früheren Stücken; nur der innerste Ring liegt nicht concentrisch im zweiten Ring, sondern tangirt diesen am Durchschnittspunkte mit der Hyperbel, an jener Seite, nach welcher vermuthlich die Bissectrix der vorherrschenden Lamellen hinneigt.

Von den Plagioklasen, deren Untersuchung wir Des Cloizeaux verdanken, wären in die Nähe der betrachteten Oligoklas-Albite zu stellen:

1. Der opalisirende Peristerit von Kanada, dem nach Des Cloizeaux auf *M* eine Auslöschungsschiefe von + 15° 33′ bis + 16° 36′ und ein Axenwinkel in Oel von $2Ha = 89° 7'$ roth und 89° 48′ blau (Bathurst), 88° 32′ roth, 89° 16′ blau (Burgess) zukommt.

2. Der Mondstein von Mineral Hill in Pennsylvanien[1]) mit einem gleich grossen Axenwinkel und gleich dem vorigen nach Kalk- und Alkaliengehalt zwischen $Ab_{12}\ An_1$ und $Ab_6\ An_1$ stehend.

3. Der sogenannte Tschermakit von Bamle in Norwegen. Der Berechnung zufolge, welche M. Bauer seinerzeit[2]) nach den Ana-

[1]) Eine Analyse von Pisani theilt Des Cloizeaux in seinem 1. Mémoire (Sur les propriétés etc.) Seite 13 des Separatabdruckes mit.

[2]) Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. 1875, S. 238.

lysen von Hawes und Pisani angestellt hat, besitzt derselbe im Mittel die Zusammensetzung: SiO_2 66.06%, Al_2O_3 21·24%, CaO 2·78%, Na_2O 9·92%, welche einem Gemische von Ab_9 An_1 ziemlich genau entspricht. Des Cloizeaux gibt seinen Axenwinkel $2\,Ha = 87^0\ 42'$ roth, $88^0\ 24'$ blau an.

Es wäre gewiss interessant zu wissen, ob auch bei vorstehenden Feldspathen die Neigung der optischen Axenebene gegen die Normale von M geringer ist, als bei den Varietäten mit kleinerem Axenwinkel (den echten Albiten).

Oligoklas (Ab_5 An_1 bis Ab_1 An_2).

Die Schwierigkeiten, welche sich einer genauen Bestimmung insbesondere der Lage der Hauptschwingungsrichtungen unter den Plagioklasen überhaupt entgegenstellen, sind bei den eigentlichen Oligoklasen und den nahestehenden Mischungen schon ziemlich bedeutend. Einmal schon wegen ihrer ausserordentlich complicirten Zwillingsbildung, die mit der Art ihres Vorkommens zusammenzuhängen scheint, und die hier wirklich besonders häufig bis zu submikroskopischer Feinheit herabsinkt; ferner weil sie fast nie durchsichtig, meist trübe, weisslich oder röthlich gefärbt, in der Regel mit zahlreichen Einschlüssen, wie Apatitnadeln (so besonders ein Feldspath von Els in N.-Oesterreich), oder Eisenglanz (Sonnenstein) etc. versehen oder mit krümlichen Körnchen und Pünktchen, die von Zersetzung herrühren, angefüllt sind; endlich aus dem Grunde, weil die optischen Verhältnisse hier in der That an derselben Localität (innerhalb enger Grenzen allerdings) zu variiren scheinen und weil sie der monoklinen Symmetrie sehr nahe kommen, ohne dieselbe zu erreichen.

Der Sonnenstein von Tvedestrand hat nach der Analyse von Scheerer folgende Zusammensetzung:

Specifisches Gewicht 2·656.

SiO_2	61·30	Proc.
Al_2O_3	23·77	„
Fe_2O_3	0·36	„
CaO	4·78	„
Na_2O	8·20	„
Ka_2O	0.94	„
	99·35	Proc.

Er kann daher als Repräsentant der Mischung $Ab_3\ An_1$, mithin als typischer Oligoklas angesehen werden und wurde als solcher von mir näher untersucht.

1. Im parallelen polarisirten Lichte. Die Bestimmung der Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen auf P bereitete hier einige Schwierigkeit, weil die Auslöschungsschiefe gegen die Kante P/M sich der Null nähert.

Mehrfache Beobachtungen an Zwillingsindividuen nach dem Albitgesetz, mit Berücksichtigung der Spaltwinkel der vorherrschenden Lamellen, ergaben jedoch übereinstimmend stets eine gleiche Orientirung wie beim Albit, nur einen kleineren Winkel gegen die Kante. Hier sei bemerkt, dass mit Sicherheit nur Spaltbarkeit nach dem rechten Prisma beobachtet wurde, dass die nach dem linken wohl mehrfach durch Spaltrisse angedeutet, jedenfalls aber noch unvollkommener ist. Bei der Ungunst des Materiales musste zur genauen Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf P ein solches Spaltblättchen verwendet werden, wo wenigstens das eine der Lamellensysteme eine hinreichende Breite hatte, und welches möglichst wenig Einschlüsse enthielt. Der gefundene Winkel betrug $+ 1^0\ 10'$ (*Na*-Licht). Beiläufige Bestimmungen an zahlreichen Spaltungsstücken gaben geringe Abweichungen (zuweilen einen etwas kleineren Winkel).

Die Spaltbarkeit nach M ist meist ausserordentlich schwer so darzustellen, dass es zu einer glatten Fläche käme, und zwar wegen des häufigen Auftretens von Zwillingsbildungen, nach denen die Flächen M der verschiedenen Individuen kleine Winkel einschliessen.

An einem guten Blättchen wurde die Auslöschungsschiefe zu $+ 3^0\ 54'$ im *Na*-Licht bestimmt (ähnlich wie bei den gewöhnlichen Orthoklasen); dieser Winkel kann in der That für einen Mittelwerth gelten, indem sonst noch dieselbe zwischen 4^0, $3{\cdot}9^0$, $3{\cdot}4^0$, 3^0 und 2^0 variirend gefunden wurde, ja auch solche Stücke beobachtet wurden, wo die Auslöschungsschiefe der Kante P/M nahezu parallel geht. Immer aber wurde der Winkel positiv, d. i. gleichgerichtet gefunden, wie bei den vorhergehenden Feldspathen.

Es scheint also aus den Beobachtungen im parallelen polarisirten Lichte hervorzugehen, dass hier die optischen Verhältnisse an verschiedenen Stücken desselben Vorkommens etwas variiren.

Doch ist hervorzuheben, dass eine Fehlerquelle aus einer mehr weniger versteckten Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz entspringen kann, und zwar aus der Eigenthümlichkeit derartiger Zwillingsindividuen nach dem rhombischen Schnitte zu verwachsen, wie dies G. vom Rath (s. oben) für eine ganze Reihe von Plagioklasen dargethan hat.

Wenn es sich darum handelt, auf *M* die Grösse der Auslöschungsschiefe zu bestimmen, hat man nemlich nicht den Vortheil, etwa den doppelten Winkel der Hauptschwingungsrichtungen zweier Zwillingslamellen messen und so die Beobachtungsfehler auf die Hälfte reduciren, oder auf das Maximum der Dunkelheit der einen und der andern Individuen, dann auf die scharfe Zwillingsgrenze beider gesondert einstellen und die so gefundenen Werthe gegenseitig vergleichen und controliren zu können; hier hängt der gefundene Werth nicht nur davon ab, ob das Spaltblättchen nach *M* flach aufliegt und gut auslöscht, sondern auch hauptsächlich davon, ob die Kante *P*/*M* scharf einstellbar ist. Wenn daher Spaltrisse nach *P* vorhanden sind, so wird es sich im Allgemeinen empfehlen, dieselben zu benützen. Hier ist aber grosse Versicht geboten, denn es kommen häufig solche parallele Liniensysteme vor, die Spaltrissen nach *P* sehr ähnlich sind; wenn man genau zusieht, bemerkt man, dass solche Spaltungsstücke *M* oben und unten nicht von parallelen Rändern begrenzt sind; wenn man solche Blättchen sehr dünn schleift, löst sich das Räthsel in der Weise, dass zwar eine Hauptmasse vorhanden ist, deren Spaltbarkeit *P* die eine Randkante wirklich entspricht — die andere Randkante — und es ist bemerkenswerth, dass sie mitunter viel schärfer begrenzt erscheint, als die erste — den feinen, bisweilen nadelförmig abgerissenen, bisweilen aber die ganze Länge des Präparates durchziehenden Streifen parallel geht, welche unter 3^0—4^0 gegen die Spaltrisse nach *P* in demselben Sinne wie die Auslöschungsrichtung geneigt sind, und welche ich nach Analogie von Erscheinungen, die ich an vielen anderen Plagioklasen (namentlich den Labradoriten) genauer beobachten konnte, als zwillingsartig nach dem vom Rath'schen Gesetze eingeschaltete Partien ansprechen muss. Die Lage dieser feinen Zwillingslamellen stimmt auch mit den an anderen

Oligoklasen [1]) bezüglich des rhombischen Schnittes gemachten Beobachtungen vollkommen überein und ist, wie ersichtlich, eine derartige, dass die Auslöschungsschiefe des Hauptindividuums denselben nahezu parallel geht und daraus und auch aus der durch die übereinander lagernden Nadeln gestörten Auslöschung kann eben eine Fehlerquelle der Beobachtungen entstehen.

Auch Des Cloizeaux hat für sehr dünne Platten aus den grünlichen Krystallen von Bamle und dem graulichweissen Feldspath von Arendal auf ähnliche Erscheinungen hingewiesen [2]); dort scheinen sie viel häufiger und deutlicher als beim Oligoklas von Tvedestrand aufzutreten, wie ich mich an Handstücken der Institutssammlung überzeugen konnte.

2. Im convergenten polarisirten Lichte bemerkt man an Spaltblättchen nach *M* Interferenzerscheinungen, die von denjenigen der Albite und insbesondere der Oligoklasalbite im ersten Augenblicke gar nicht zu unterscheiden sind. Allein bei näherer Betrachtung zeigt es sich, dass die Axenebene ihre Lage in der Weise verändert hat, dass die in der Nähe der Normalen von *M* austretende Mittellinie (die auch hier sich positiv verhält) nicht mehr gegen die scharfe, sondern gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hinneigt, also nach aufwärts gerichtet ist, in dem orientirt gestellten, von rechts betrachteten Krystall (siehe Fig. 4, Taf. II). Die Axenpunkte scheinen noch weiter ausserhalb des Gesichtsfeldes zu liegen, ein Beweis, dass die Wanderung der Elasticitätsaxe c über die Plattennormale hinaus gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hin von einem gleichzeitigen Wachsen des anliegenden Axenwinkels begleitet ist, welcher beim Oligoklas von Tvedestrand [3]), wie die Messung lehrt, bereits grösser als ein Rechter, daher die mit der c-Axe zusammenfallende Mittellinie die des stumpfen Winkels ist.

---

[1]) Siehe in G. vom Rath's oben citirter Arbeit „Ueber die Zwillingsverwachsung nach dem Periklingesetze." S. 167. das über den Plagioklas von Vestre Kjörrestad Gesagte.

[2]) Mémoire sur le microcline etc. S. 48 u. 49 des Separatabdruckes. Nach ihm sind diese Zwillingslamellen im Feldspath von Arendal + 5°, bis 5° 20′ gegen die Kante geneigt.

[3]) Aus den Angaben von Des Cloizeaux über den scheinbaren spitzen und stumpfen Axenwinkel desselben Feldspathes in Oel berechnet sich der diesen Beobachtungen entsprechende wahre Werth zu 84° 6′ und 95° 54′.

Die Axen selbst scheinen auch hier fast ganz symmetrisch zur Plattennormale auszutreten [1]), weshalb die der Kante P/M zunächstliegende Hauptschwingungsrichtung ohne grossen Fehler als Trace der Axenebene angesehen werden kann. Die Vollkommenheit der eben betrachteten Interferenzerscheinungen leidet natürlich unter der in der Regel stattfindenden Ueberlagerung von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz und es hängt von der relativen Grösse, Ausbildung und Zahl der Individuen ab, ob in einem speciellen Falle in Folge dieses Einflusses blos die Axenebene weniger schief erscheint oder die ganze Figur, namentlich der Kreuzbalken erheblich gestört ist.

In Folge der unvollkommenen Spaltbarkeit nach M ist man bisweilen in der Lage, Erscheinungen, die zwei nebeneinander an die Oberfläche tretenden Zwillingslamellen entsprechen, zu beobachten.

Ein Präparat aus einem von Zwillingslamellen freien Stück, welches nach einer möglichst vollkommenen Spaltfläche M aufgeklebt und von der anderen Seite her dünner geschliffen war, ermöglichte die Bestimmung des Axenwinkels in Glas mit Hilfe des Schneider'schen Apparates. Bereits bei einer Neigung des Präparates um $11^0\ 30'$ gegen die stumpfe Kante P/M hin war die Axenebene vertical gestellt. Der Winkel betrug $100{\cdot}4^0$ (in Glas). Die Dispersionserscheinungen des Oligoklases sind Tafel III, Fig. 2 abgebildet und ist dazu Folgendes zu bemerken.

1. 90^0-Stellung. Die nach vorn austretende Axe a (auf der rechten M Fläche betrachtet) zeigt mattere Farben; auch hier ist die obere Hälfte flacher, die untere stärker gekrümmt; an dem Innenrand des ersten Ringes lagert Roth, welches nach oben und unten hin sich gleichmässig verliert. Der gegenüberliegende Aussenrand ist mit Blau ausgekleidet, welches auch an der Untenseite des Horizontalbalkens noch eine Strecke sich fortsetzt. Die nach hinten austretende Axe (b) gibt ganz dasselbe Bild wie beim Albit. Auch hier sind die Farben heller, der Gegensatz der Krümmung oben und unten viel bedeutender, als an der vorderen Axe. Die stärker gekrümmte obere Hälfte des innersten Ringes ist viel kleiner als

---

[1]) Beobachtungen im Schneider'schen Apparat würden vermuthen lassen, dass die Mittellinie höchstens $1{\cdot}5^0$ aus der senkrecht zur Trace der Axenebene durch die Plattennormale gelegene Ebene nach vorn zu heraustritt.

jene der Hälften an der anderen Axe. Die untere Hälfte desselben ist wieder mit mattbraunen und rothorangen Farben ausgekleidet, während die Oberseite des Horizontalbalkens stark blau, der gegenüberliegende Rand des innersten Ringes stark roth erscheint.

2. In der 45°-Stellung ist ein Unterschied in der Grösse beider Ringsysteme nicht wahrnehmbar. An der vorderen Axe herrschen matte rothbraune Farben vor (besonders im äusseren Theil). Es zeigt sich hier blos die gewöhnliche Dispersion deutlich.

An der zweiten Axe kann man zunächst einen Unterschied zwischen dem oberen Rand des ersten Ringes (roth) und dem unteren (blau) wahrnehmen. Das Blau zieht sich an den Hyperbelrand hin und färbt ihn an der Innenseite intensiv; der gegenüber liegende Rand des ersten Ringes ist dem entsprechend roth ausgekleidet.

Sonach ist auch hier $\rho < \upsilon$; der ganze Unterschied gegen Albit besteht hauptsächlich darin, dass die geneigte Dispersion mehr zurücktritt, die horizontale verschwindet und schwache gekreuzte nicht allein in der Form der Ringe, sondern auch in der Färbung am Horizontalbalken angedeutet ist.

Mehrere Spaltblättchen nach *M* mit ziemlich breiten Lamellen des Hauptindividuums (auf ähnliche Weise untersucht) zeigten in der 90°-Stellung ein bald mehr bald weniger verwischtes Axenbild, mit sehr starker gekreuzter Dispersion; in der 45°-Stellung waren Hyperbeln und Ringe meist ziemlich ungestört[1]) und bald ganz ähnliche Dispersionserscheinungen wie oben, stets $\rho < \upsilon$, bald indess von einem Unterschied der Dispersionen an beiden Axen fast nichts wahrzunehmen.

Die scheinbare Axenebene war gegen die stumpfe Kante des Hauptindividuums geneigt, die Entfernung der beiden Hyperbelränder wurde oben und unten verschieden (im Mittel zu 100·5° bis 101°) gemessen.

Aus dem Bisherigen dürfte wohl kaum ersichtlich sein, weshalb man für den Oligoklas die Stellung einer selbstständigen, eigenthümlichen Species zu beanspruchen berechtigt sei und weshalb man denselben nicht als das Resultat einer Mischung ansehen

[1]) Bei ungünstigem Materiale könnte hierin sogar eine Fehlerquelle für die Bestimmung des Axenwinkels an Oligoklasen liegen.

dürfe, welche Ansichten Des Cloizeaux[1]) seinerzeit als wahrscheinlich hingestellt hat.

Aber auch in dessen zahlreichen eigenen Beobachtungen über Oligoklase, deren wichtigste Ergebnisse ich folgen lasse, scheint mir durchaus kein Grund zu obiger Annahme zu liegen.

Des Cloizeaux hat hauptsächlich durch Ausgleichen der Unebenheiten der basischen Spaltflächen Schliffe möglichst senkrecht zu *M* herzustellen und an diesen den doppelten Winkel der Auslöschungsschiefen der beiden Lamellensysteme oder den zwischen Hauptmasse und Zwillingsgrenze[2]) zu bestimmen gesucht; die gefundenen Zahlen bewegen sich für die Oligoklase von Mineral Hill, Arendal und Bamle in Norwegen zwischen $2^0\ 5'$ und 1^0 als Grenzwerthen; für Krystalle von Tilasiwuori in Finnland und für Plagioklas aus dem alten egyptischen Granit zwischen 2^0 und 0^0. Die Orientirung dieser Auslöschungsschiefen ist nicht ausdrücklich angegeben, doch ist wohl nicht zu zweifeln, dass sie mit der beim Oligoklas von Tvedestrand von mir angegebenen übereinstimmt.

Die Angabe, dass im Oligoklas die Axenebene die Fläche *M* in einer zur Kante *P*/*M* parallelen Linie schneidet (Mémoire sur les propriétés), rectificirt Des Cloizeaux in seiner Arbeit über den Microclin durch Mittheilung genauer Bestimmungen der Auslöschungsschiefen auf *M*.

Dem Oligoklas von Tvedestrand (mit 5^0 bis $5^0\ 30'$) stehen die Oligoklase von Bamle, wofür er $2^0\ 12'$ bis $3^0\ 32'$, und Arendal, wofür er $1^0\ 51'$ bis $4^0\ 37'$ angibt, wie man sieht, nicht nur in der chemischen Zusammensetzung[3]), sondern auch in der optischen Orientirung ziemlich nahe.

---

[1]) Siehe dessen briefliche Mittheilung an Prof. G. vom Rath, N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 6 des Separatabdruckes.

[2]) Des Cloizeaux bemerkt ebenfalls ausdrücklich, dass in gewissen Fällen das eine System so feine Lamellen aufweist, dass die Hauptschwingungsrichtungen derselben unmöglich genau bestimmt werden können.

[3]) Die Analysen des Feldspathes von Arendal verweisen ihn in die Nähe von $Ab_4\ An_1$ (siehe Tschermak, Feldspathstudien S. 23); der Feldspath von Vestre Kjörrestad, dessen Analyse G. vom Rath (Monatsberichte der k. Akademie der Wissensch. Berlin, 1876, S. 165 des Separatabdruckes) angibt, entspricht sehr nahe $Ab_3\ An_1$.

Im Feldspath von Mineral Hill erreicht die Auslöschungsschiefe das Maximum ihres Werthes für Oligoklase (5° 52′ bis 8° 57′ nach Des Cloizeaux).

Aehnlich fand ich in Folge beiläufiger Bestimmungen (für genaue war das Material leider zu wenig vollkommen) an Spaltungsstücken des Feldspathes von Arendal denselben Winkel zwischen 4·5° und 6·7°, am Feldspath von Ytterby zwischen 6·3° und 8·6° schwankend, welch letzterer Werth den bei den Oligoklasalbiten gefundenen sich auffallend nähert. Und in der That steht sowohl der gleichorientirte Feldspath von Mineral Hill, als der von Ytterby in der chemischen Zusammensetzung dem Albite bereits näher, indem letzterer nach der Analyse von Ludwig[1]) das Mischungsverhältniss $Ab_5\ An_1$ repräsentirt.

Die Variationen der optischen Orientirung scheinen sonach mit den Variationen in der chemischen Zusammensetzung geradezu Hand in Hand zu gehen.

Mit den Schwankungen des Axenwinkels, auf welche Des Cloizeaux seinerzeit allzu grosses Gewicht gelegt hat, verhält es sich aber im Grossen und Ganzen ähnlich.

Um consequent zu bleiben, müssen wir auch hier lediglich den Axenwinkel in's Auge fassen, welcher der auf M austretenden „stets positiven“ Mittellinie entspricht. Der grösste Werth desselben ist nach Des Cloizeaux's Angabe $2\ Ho = 102°\ 43'$ roth und 103° 46′ blau (Oligoklas von Tvedestrand $Ab_3\ An_1$). Im Feldspath von Arendal ($Ab_4\ An_1$) $2\ Ho = 94°\ 8'$ bis 98° 40′ (ich beobachtete ihn in Glas zu 97·8°). Für den Oligoklas von Ytterby ($Ab_5\ An_1$) gibt Des Cloizeaux dessen Werth zu $2\ Ho = 94°\ 10'$ bis 95° 20′ (roth) an. Ein von Zwillingslamellen freies Stück ergab ihn mir zu 93·7° in Glas, und eine Neigung der Axenebene gegen die Plattennormale zu M von circa 9°.

Für den Feldspath von Mineral Hill fand Des Cloizeaux $2\ Ho = 95°\ 30'$ roth. Man sieht, dass die dem Albit sich nähernden Plagioklase im Allgemeinen einen kleineren Axenwinkel haben.

---

[1]) Poggend. Annalen 141_{119}.

Ausser diesen Varietäten von Oligoklasen mit stets negativer Bissectrix [1]) führt Des Cloizeaux noch zwei andere an, bei denen die spitze Bissectrix „bald positiv, bald negativ ist“, wie in dem grünen Feldspath von Bodenmais in Baiern, wo der hier betrachtete auf *M* sichtbare Axenwinkel zwischen 88° 8′ und 98° 42′, also in geringem Masse um 90° herumschwankt.

Diese Variation desselben könnte verschiedene Ursachen haben, so z. B. auch von Temperatureinflüssen herrühren; beobachtete Thatsache, die als solche nichts Befremdliches an sich haben kann, ist jedoch das Wachsen des Axenwinkels, wenn man vom Albit zum Oligoklas fortschreitet, begleitet von einer gleichzeitigen Veränderung der Lage der Elasticitätsaxe c.

Es ist, in diesem Sinne betrachtet, sogar leicht verständlich, warum der Winkel bei den Oligoklasen, wo er sein Maximum zu erreichen scheint, gewissen Schwankungen unterliegt. Wenn Des Cloizeaux aber ein besonderes Gewicht darauf gelegt hat, dass an krystallisirten Stücken von verschiedenen Stellen desselben Fundortes dieser Werth verschieden gefunden wurde, so ist dabei nicht einmal ausgeschlossen, dass die Variationen in der Grösse des Axenwinkels mit den auffallenden Abweichungen, welche Oligoklasanalysen von demselben Fundorte (wie Schaitansk, Ytterby, Arendal [2]) häufig zeigen, zusammenhängen, somit geradezu Verschiedenheiten in dem Mischungsverhältnisse der Endglieder entsprechen.

Um Platten senkrecht zur positiven Mittellinie zu erhalten, muss man nach Des Cloizeaux [3]) im Oligoklase einen Schliff über der stumpfen Kante *P*/*M* unter Winkeln von 112° mit *P*, 161° 50′ mit *M* und 126° 55′ mit *l* (110) anfertigen. Leider ist nicht angegeben, an welchem Feldspath dies Resultat gewonnen wurde; denn, so wie dasselbe für die von mir untersuchten Oligoklase nicht genau Anwendung zu finden scheint, ist es überhaupt wahrscheinlich, dass diese Schliffe bei verschiedenen Oligoklasen eine etwas verschiedene Lage haben müssten.

---

[1]) Das heisst eben blos, dass hier die a-Axe im spitzen Axenwinkel liegt, und in unserem speziellen Falle, dass der der Elasticitätsaxe c anliegende Axenwinkel stets stumpf ist.

[2]) Siehe Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie, 1875 S. 574.

[3]) Mémoire sur les propriétés etc. pag. 5.

Andesin (Ab_3 An_2 bis Ab_4 An_3).

Die Existenz von Plagioklasen, welche nach ihrer chemischen Constitution als Mittelglieder zwischen Oligoklas und Labradorit zu betrachten sind, kann seit den zahlreichen in den letzten Jahrzehnten ausgeführten Analysen vom chemischen Standpunkte aus wohl nicht bezweifelt werden.

Schon in seinen Feldspathstudien vermochte Tschermak aus der Zahl der vorhandenen Analysen solche herauszuheben, welche als Beispiele von Vorkommnissen der Andesinmischung zugleich geeignet waren, die seiner Theorie entsprechende Ansicht von der Continuität der Mischungsreihe der Kalknatronfeldspathe zu unterstützen.

Diese Ansicht hat durch die von K. Ritter v. Hauer[1]) und C. Doelter[2]) mittlerweile an zahlreichen Plagioklasen aus den trachytischen Gesteinen Ungarns und Siebenbürgens ausgeführten chemischen Untersuchungen eine weitere Bestätigung erfahren.

Es zeigte sich nämlich, dass die Plagioklase, welche den Hauptbestandtheil jener Gesteine ausmachen, eine zwischen den Mischungsverhältnissen Ab_1 An_1 und Ab_3 An_4 schwankende Zusammensetzung besitzen und dem entsprechend, wie schon der Kieselsäuregehalt von 53—60% andeutet, bald dem Andesin (wie namentlich im Dacite von Nagy-Sebes, Sebesvár, Rogosel), bald dem Labradorite (Hornblendeandesit von Pereu Vitzeluluj, Quarzandesit des Illovathales, von Kisbánya, vom Hajtó, Kureczel, Déva, vom Zuckerhut bei Nagyag etc.) nahestehen, während ein eigentlicher Oligoklas hier nicht vorzukommen scheint.

Es hat damit der in der Petrographie so gebräuchliche Ausdruck „Andesit“ sozusagen eine eigenthümliche Bedeutung und Berechtigung gewonnen, besonders da auch G. vom Rath in seiner oben citirten grossen Arbeit über Andesgesteine, die ihm Professor T. Wolf aus Quito gesandt, für die den siebenbürgischen ganz

---

[1]) Untersuchungen über die Feldspathe in den ungarischen und siebenbürgischen Eruptivgesteinen. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1867, S. 11, 81, 118, 146, 352.

[2]) Zur Kenntniss der quarzführenden Andesite in Siebenbürgen und Ungarn. Tschermak, Min. Mitth. 1873, S. 51. — Ferner: Die Trachyte des siebenbürgischen Erzgebirges, 1874, S. 13.

analogen Gesteine des Vulkangebietes von Ecuador, so namentlich des Südabhanges des Mojanda, des Kraters von Pululagua, des Gagua Pichincha und Tunguragua sowie des Gesteins von Toluca den Andesin (nemlich Plagioklase von den Mischungsverhältnissen Ab_2An_1 bis Ab_3An_2) als charakteristischen Bestandtheil nachgewiesen hat[1]).

Allein, trotzdem der Andesin so weit verbreitet erscheint, dass er sowohl in der alten als in der neuen Welt in Mengen sich findet, so macht es doch die Art seines Vorkommens äusserst schwierig, fast unmöglich, für eine genaue optische Untersuchung geeignetes Material zu erhalten. Man hat bekanntlich den Andesin bisher nur als Ausscheidung in der Grundmasse der eben erwähnten und der ihnen entsprechenden vulkanischen Gesteine höheren Alters (der Porphyrite), in einer Grösse, die 4 Mm. meist nicht erreicht, selten überschreitet, niemals aber frei auskrystallisirt als Drusenmineral, oder selbst nur in grösseren Stücken (wie etwa Oligoklas oder Labrador) angetroffen, Thatsachen, die mit Rücksicht auf die Tschermak'sche Theorie leicht verständlich erscheinen.

Es erfordert darum schon die Herstellung brauchbaren Analysenmateriales, wie G. vom Rath l. c. hervorhebt, in diesem Falle viel Mühe und Zeitaufwand; der optischen Untersuchung stellen sich ganz besondere Schwierigkeiten entgegen. Die Methode, das Gestein erst grob zu pulvern, dann den Feldspath daraus auszulesen, welche Doelter zum Zwecke der chemischen Untersuchung als praktisch gefunden hat, kann hier natürlich keine Anwendung finden. Nicht blos die Kleinheit, sondern auch die eminent glasige und rissige Beschaffenheit der hierher gehörigen Feldspathe ist der Darstellung geeigneter Spaltblättchen sehr ungünstig. Dazu kommt ihre in der Regel ausgesprochene Zonalstructur und endlich der Umstand, dass sie stellenweise zwar sehr frisch, stellenweise aber ganz zersetzt, und undurchsichtig sind.

Schon bei einer flüchtigen Durchsicht der in der k. k. geologischen Reichsanstalt[2]), sowie in dem k. k. Hof-Mineraliencabinete vorhandenen, petrographisch meist sehr interessanten und schönen

---

[1]) Siehe dessen an vollständig frischem Material ausgeführte Plagioklas-Analysen. Z. d. d. geol. Ges. 1875, S. 336 u. 337.

[2]) Das Analysenmateriale war leider nicht mehr vorhanden.

Gesteinsproben aus dem siebenbürgischen Eruptivgebiete, noch mehr aber in Folge vielfach angestellter Versuche hatte ich hinlänglich Gelegenheit, von dem eben Gesagten mich zu überzeugen.

Dagegen schien der Feldspath des Porphyrites von St. Raphael, Dép. du Var, aus mehreren Gründen zur Feststellung der optischen Charaktere des Andesins besser geeignet und diente darum als Ausgangspunkt für möglichst genaue Untersuchungen, während Proben der obigen Gesteine (so von Nagy-Sebes, Pereu Vitzeluluj) nur als Vergleichsmaterial Verwendung finden konnten.

In der lichtgrauen, unter dem Mikroskope mikrokrystallinisch erscheinenden, von Magnetkörnchen, hie und da auch von Apatit durchschwärmten Grundmasse des Porphyrites von St. Raphael liegen in reichlicher Menge bis 7 Mm. lange, 4 Mm. breite und 3 Mm. hohe, meist aber viel kleinere Feldspathkrystalle, von denen die grössten sämmtlich in eine weisse erdige Masse von kaolinähnlichem Aussehen verwandelt, die kleineren der Mehrzahl nach von einer weissen Kruste umgeben, im Innern jedoch vollkommen frisch, unter den kleinsten endlich einige noch ziemlich wohlerhalten sind. Die mit einem breiten Magnetitrande versehene, meist stark veränderte, in eine theils thonige, theils chloritische Substanz umgewandelte Hornblende, sowie der im grösseren, bisweilen mit Krystallflächen versehenen Körnern, selten mikroskopisch eingesprengte Quarz treten dagegen in den Hintergrund.

Die vorliegenden Feldspathe sind, soweit sich nachweisen lässt, durchaus Plagioklas, Sanidin scheint lediglich auf die Grundmasse beschränkt.

Herr Dr. L. Sipöcz hatte die Freundlichkeit, eine kleine Menge sorgsam ausgesuchten Materiales zu analysiren. Das Resultat war folgendes:

Spec. Gew. bei 20·4° C. = 2·6787.

I. 0·4323 Gr. Feldspath gaben mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen 0·2528 Gr. Kieselsäure, 0·1165 Gr. Thonerde, 0·0355 Gr. Kalk und 0·0014 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend 0·000505 Gr. Magnesia.

II. 0·4343 Gr. Feldspath gaben mit Flusssäure und Schwefelsäure aufgeschlossen 0·0598 Gr. Chlorkalium und Chlornatrium, daraus wurde 0·0114 Gr. Kaliumplatinchlorid erhalten, entsprechend 0·00219 Gr. Kali und 0·02985 Gr. Natron.

Die diesen Daten entsprechende procentische Zusammensetzung stimmt nicht allein mit der für das Mischungsverhältniss $Ab_3\ An_2$ berechneten nahezu vollständig überein, sondern beweist zugleich, dass der in Rede stehende Feldspath identisch sei mit dem von Des Cloizeaux in seinem Manuel de Mineralogie, I., 1862, S. 310—312 als Andesin du porphyre del' Esterel près Fréjus, département du Var beschriebenen und später auch optisch untersuchten Vorkommen, dessen von Rammelsberg ausgeführte l. c. unter f) gleichfalls mitgetheilte Analyse ich zum Vergleiche beifüge.

L. Sipöcz,

Analyse des Feldspathes von St. Raphael.

SiO_2	58·48	Proc.
Al_2O_3	26·94	„
CaO	8·21	„
MgO	0·11	„
Na_2O	6·87	„
K_2O	0·50	„
Glühverlust	0·49	„
	101·60	Proc.

Rammelsberg,

Analyse der Krystalle von Fréjus, Esterel Geb.

SiO_2	58·32	Proc.
Al_2O_3	26·52	„
CaO	8·18	„
MgO	0·11	„
Na_2O	5·27	„
K_2O	2·36	„
Glühverlust	0·60	„
	101·36	Proc.

Ein Blick auf einen aus dem Gestein gefertigten Dünnschliff lässt die Mannigfaltigkeit der Zwillingsverwachsungen, die Seltenheit einfacher Individuen, die Häufigkeit von Doppelzwillingen erkennen. Wenn man das Gestein auseinanderschlägt, dann werden die in

der Bruchfläche liegenden Krystalle je nach ihrer Lage und nach ihrer mehr oder weniger festen, frischen oder verwitterten Beschaffenheit in verschiedener Weise davon betroffen. Im Allgemeinen erhält man Querschnitte mit polygonalem Umrisse. Im günstigen Falle, wo die Bruchfläche der Endfläche oder Längsfläche des einen oder andern der eingelagerten Plagioklase nahezu parallel geht, verräth Glanz und Zwillingsriefung die Spaltflächen P und M und bietet Gelegenheit zur Gewinnung von Spaltblättchen. In dem Falle, wo bei einem dieser Plagioklaskrystalle die Verwitterung nur bis zu einer gewissen Schichte des zonalen Aufbaues vorgeschritten ist, kann es vorkommen, dass das abgeschlagene Gesteinsstück den negativen Abdruck seines festen Kernes enthält, während dieser selbst noch wohlerhalten aus dem übrigen Gestein hervorragt.

Mit einiger Mühe lassen sich derartige Krystalle und Krystallgruppen von der anhaftenden sehr zähen Grundmasse befreien, indem man mit Hammer und Meissel dem Schalenbau nachgeht; sie erinnern in Form und Ausbildung lebhaft an die seinerzeit von Tschermak[1]) beschriebenen Labradoritpseudomorphosen von Verespatak. Aus der Betrachtung der bisweilen ziemlich sauberen, wenngleich matten Flächenbegrenzungen unter Zuhilfenahme von Messungen der Spaltwinkel P/M, zuweilen auch unter Berücksichtigung des optischen Verhaltens lässt sich das Vorhandensein der folgenden Zwillingsbildungen erschliessen: 1. die Verwachsung nach dem Albitgesetz, fast keinem Krystalle gänzlich fehlend, ist selten regelmässig und gleichförmig ausgebildet; meist ist das eine Individuum nur durch ganz feine Linien oder sonst unregelmässig eingestreute Partien in einer Hauptmasse angedeutet. 2. Solche Zwillingskrystalle sind dann wieder zu Doppelzwillingen verbunden, sowohl nach dem Karlsbader Gesetze (Drehungsaxe die verticale Kante, entweder nach der Querfläche oder häufiger nach der Längsfläche verwachsen, in welchem Falle meist ein viel kleineres Individuum einem Hauptindividuum auflagert), als auch nach dem Manebacher und dem vom Rath'schen Gesetze, wobei natürlich ihre Längsflächen nicht zusammenfallen, sondern Winkel von 6^0—8^0 mit einander einschliessen. Die Ebene des rhombischen Schnittes

---

[1]) Form und Verwandlung des Labradorites v. Verespatak. Miner. Mitth. 1874.

ist hier, so weit es sich beobachten lässt, zwar nicht vollkommen parallel zur Kante P/M, doch höchstens + 1^0 bis $1^1/_2{}^0$ davon abweichend [1]) gelegen. Vorausgesetzt, dass beide Gesetze: Drehungsaxe die Makrodiagonale und Drehungsaxe die in P liegende Normale zur Brachydiagonale möglich sind, was ja durch nichts ausgeschlossen ist, dann könnte unter Umständen die Entscheidung, welches Gesetz in einem speziellen Falle hier vorliegt, sehr schwierig sein.

Andere Beobachtungen verweisen auf Annahme des Zwillingsgesetzes Drehungsaxe die in P liegende Normale zur Makrodiagonale, wobei die Flächen M einen sehr kleinen Winkel einschliessen, sowie Drehungsaxe die Kante P/M, wobei die Längsflächen wieder in eine Ebene fallen. Spaltbarkeit wurde sowohl nach dem rechten als nach dem linken Prisma beobachtet. Für den Spaltwinkel P/M ergibt sich als Mittelwerth beiläufiger Messungen 93° 45′ und 86° 15′.

Die im Folgenden mitzutheilenden Ergebnisse der optischen Untersuchung, so unvollständig sie auch in Folge der bereits oben besprochenen, durch die reiche Zwillingsbildung noch erheblich vermehrten Schwierigkeiten nur sein konnte, sind gleichwohl höchst interessant, indem sie die seit Des Cloizeaux verbreitete Ansicht widerlegen, als ob ein Unterschied im optischen Verhalten des Oligoklases und Andesines nicht existire.

1. Paralleles polarisirtes Licht.

Wie beim Oligoklas war die Bestimmung der optischen Orientirung auf P nur unter Zuhilfenahme der Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz und unter gleichzeitiger Berücksichtigung der krystallographischen Orientirung des Hauptindividuums möglich.

Sorgfältige Beobachtungen theils an Spaltblättchen nach P, theils an Schliffen senkrecht zu M und nahe P stellten es ausser Zweifel, dass hier die der Kante P/M zunächst gelegene Auslöschungsrichtung (ähnlich wie beim Labradorit und Anorthit und entgegengesetzt wie beim Albit und Oligoklas) mit der Trace des linken Prismas auf P gleich gerichtet, demnach ihr Winkel mit der Kante P/M als negativ zu bezeichnen sei. Die Grösse dieses Winkels wurde in Folge möglichst genauer Bestimmungen im *Na*-

---

[1]) Also im gleichen Sinne wie beim Oligoklas, jedoch näher der Kante.

licht zu — 2° 19′ und — 1° 57′ ermittelt, auch wohl kleiner, so — 1° 33′ und ähnlich, sein Zeichen stets negativ gefunden.

Zur Feststellung der optischen Verhältnisse auf *M* mussten ausser Blättchen, die parallel der Längsfläche abgespalten waren, nothgedrungen auch Präparate in Verwendung gezogen werden, welche durch Abschleifen flach tafelförmiger Krystalle hergestellt waren, wobei die Genauigkeit des Schliffes durch Messung des Spaltwinkels gleichzeitig angeschlagener Spaltflächen nach *P* und *M* sichergestellt wurde und endlich auch solche, die nach einer möglichst vollkommenen Spaltfläche *M* aufgelegt und von der andern Seite her dünn geschliffen waren.

Die Erscheinungen im polarisirten Lichte lassen erkennen, dass die einzelnen Schichten des zonalen Aufbaues bei vollständig gleicher krystallographischer Lage eine verschiedene optische Orientirung besitzen, indem sie bei einer Drehung des Präparates zwischen gekreuzten Nicol's nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd das Maximum der Dunkelheit erreichen.

Ist die Zonalstructur sehr fein, dann gibt es auch in den dünnsten Präparaten Stellen, die nicht gehörig auslöschen. Trotzdem ist nirgends völlige Dunkelheit zu beobachten, sobald die Kante *P*/*M* den Hauptschnitten des Nicols parallel geht; erst bei einer Drehung des Präparates im gleichen Sinne wie beim Labradorit, entgegengesetzt wie beim Oligoklas, tritt in den einzelnen Schichten Auslöschung ein, nicht gerade in bestimmter Reihenfolge, so beispielsweise gegebenen Falls in den ungefähr mitten zwischen Centrum und Aussenrand gelegenen bei — 3·6°, in den nach beiden Seiten angrenzenden und dem innersten Theil bei — 5°, endlich in grösseren einheitlichen Partien nahe dem Centrum und nahe dem Rande bei — 8·1°. In der Mehrzahl der Fälle machen jedoch die Präparate den Eindruck, als ob blos in zwei Stellungen, bei ungefähr — 4·5° und — 8° die grösste Dunkelheit herrsche; an einem der schönsten und verhältnissmässig homogensten Krystalle wurden die Winkel gegen die Kante *P*/*M* im *Na* licht zu 5° 1′ und 7° 30′ bestimmt.

Wenigstens das Eine erscheint somit sichergestellt, dass auch die Auslöschungsschiefe der Andesinfeldspathe auf *M* derjenigen des Labradorites sich bedeutend nähert, indem sie bereits einen negativen Winkel mit der Kante *P*/*M* einschliesst.

Was übrigens die aus der Zonalstructur entspringende Unsicherheit betrifft, die wahre Grösse dieses Winkels für jeden speziell vorliegenden Krystall anzugeben, so bin ich der Meinung, dass man noch am frühesten von diesem Punkte ausgehen könnte, wofern man überhaupt die optischen Anomalien der Plagioklase zur Beurtheilung der T s c h e r m a k'schen Theorie herbeiziehen wollte.

Nach sämmtlichen in der gegenwärtigen Schrift enthaltenen Beobachtungen erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass jedem durchschnittlichen Mischungsverhältnisse der Endglieder der Kalknatronfeldspathe ein bestimmtes optisches Verhalten entspreche. Unter dieser Annahme würde aus dem zuletzt Mitgetheilten sich folgern lassen, dass das Magma, dem die Krystalle ihre Entstehung verdanken, während ihres Aufbaues in seiner durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung innerhalb geringer Grenzen Schwankungen erfahren habe, so dass die einzelnen Schichten und Schalen in entsprechender Weise eine bald dem Oligoklas, bald dem Labradorit etwas näher stehende Mischung repräsentiren, sämmtlich aber mit Fug und Recht als Andesin anzusehen sind. Die optische Untersuchung würde dem Gesagten nicht widersprechen.

In Blättchen nach *P* ruft hingegen die Zonalstructur meist so geringe Variationen und Störungen der Auslöschungsschiefe hervor, dass die Zwillingslamellen scheinbar vollkommen einheitlich ihrer ganzen Länge nach auslöschen. Nur wenn die Blättchen dicker, die Schichten schmal sind, so kann hier, noch mehr aber in Blättchen nach *M*, bei einigermassen ungleichförmiger Ausbildung der einzelnen Schichten der Fall eintreten, dass in gar keiner Stellung völlige Dunkelheit herrscht, sondern blos streifiger Farbenwechsel stattfindet, weil optisch verschieden orientirte Partien übereinander zu liegen kommen.

2. Die Interferenzerscheinungen im convergenten Lichte sind, wie die Untersuchung lehrt und wie nach dem Vorausgehenden nicht anders zu erwarten ist, fast niemals ungestört zu beobachten [1]). Ich will mich deshalb auf die Mittheilung jener Beobachtungen beschränken, die nach der Beschaffenheit des untersuchten, bei

---

[1]) Insbesondere wird die Messung des Axenwinkels von diesen Störungen beeinflusst.

— 6·8° auslöschenden Krystalles das meiste Vertrauen zu verdienen scheinen.

Das Interferenzbild auf *M* (Lemniskaten und Anfänge beider Ringsysteme enthaltend) ist von dem des Oligoklases nicht besonders verschieden. Auch hier scheinen die Axen noch ziemlich symmetrisch zur Plattennormale auszutreten; Versuche im Schneider'schen Apparte deuten jedoch darauf hin, dass die positive Mittellinie von der zur Trace der Axenebene senkrecht durch die Normale zu *M* gelegten Ebene etwa 3·7° nach hinten zu abweicht. Auch erscheint die Axenebene bedeutend mehr als 15° also stärker als bei den Oligoklasen gegen die stumpfe Kante *P*/*M* hingeneigt. Der Axenwinkel in Glas beträgt 94·5°. Ebenso ist auch die Dispersion derjenigen des Oligoklases noch ganz ähnlich, doch ist beim Andesin die gekreuzte Dispersion viel ausgesprochener, der Unterschied im Aussehen der vorderen Axe (mit deutlicherer gewöhnlicher Dispersion $\rho < \upsilon$) und der hinteren Axe (mit vorherschender gekreuzter) nicht mehr so gross wie beim Oligoklas.

Die oben geschilderten, dem Andesin von St. Raphael eigenthümlichen Verhältnisse scheinen sich bei dem Feldspathe von Nagy-Sebes wiederzufinden, während dem Feldspath von Pereu Vitzeluluj nach den angestellten Versuchen bei einer im Allgemeinen nur wenig grösseren Auslöschungsschiefe ein bedeutend kleinerer Axenwinkel zukommen würde.

Des Cloizeaux hat mehrere Feldspathe von der Andesinmischung auf die Grösse der Auslöschungsschiefe untersucht. Er fand dieselbe zu 2° 37′ bis 3° 5′ auf *P*, zu 4° 56′ bis 5° 22′ auf *M* im Feldspath von Telham, Massachusetts (weisse Varietät); zu 1°—3° auf *P* und 5° 4′ auf *M* im Feldspath von Chateau Richer, Canada, welcher nach Hunt's Analyse [1]) zwischen $Ab_2\ An_1$ und $Ab_3\ An_2$ steht; endlich in den Krystallen von Esterel, die nach dem Obigen mit den von mir untersuchten von St. Raphael identisch sind, zu 2° 16′ — 2° 27′ auf *P* und zu 2°—5°, ja sogar 10°—12° in dünnen und gut durchsichtigen Blättchen nach *M*. Von letzteren Zahlen bemerkt Des Cloizeaux ausdrücklich [2]), dass sie an Präparaten gewonnen wurden, deren Auslöschung zwar etwas undulös,

---

[1]) Siehe Tschermak, Feldspathstudien S. 24.

[2]) Mémoire sur le microcline, pag. 50 des Separatabdruckes.

aber keineswegs so unvollkommen war, dass sich die Anomalie, welche sie zeigen, daraus erklären liesse. Nach den über die Zonalstructur oben gemachten Mittheilungen hat auch diese Beobachtung nichts Befremdliches an sich.

Die Grösse der gefundenen Auslöschungsschiefe stimmt nicht allein mit meinen eigenen über denselben Gegenstand gemachten Beobachtungen, sondern allerdings auch mit der des Oligoklases nahezu vollständig überein. Weil nun Des Cloizeaux blos die Grösse, nicht auch die Orientirung der Auslöschungsschiefe in Bezug auf die Krystallform im Auge hatte, musste er daher nothwendig zu dem Ausspruche veranlasst werden, dass Oligoklas und Andesin optisch nicht zu unterscheiden seien.

Ebenso leicht ist es verständlich, dass Des Cloizeaux in seinem 1. Mémoire bereits (pag. 15) mittheilt, er habe in dem Verhalten des röthlichen Andesins von Chateau Richer und der einfachen und Doppelzwillinge von Esterel im convergenten Lichte die optischen Charaktere des Oligoklases wiedergefunden, wenn wir daran festhalten, dass der Axenwinkel, welcher der + Mittellinie anliegt, in der Reihe zwischen Oligoklas und Andesin irgendwo sein Maximum erreicht, nach beiden Seiten (gegen den Albit wie gegen den Labradorit) hin jedoch abnimmt. Nähere Angaben hat Des Cloizeaux an jener Stelle nicht gemacht. Dagegen dürfte es passend sein, hier der beiden Plagioklasvarietäten des Thales von Marmagne (Saône-et-Loire) zu erwähnen, welche Des Cloizeaux l. c. pag. 7 und 8 unter den Oligoklasen anführt, deren Axenwinkel er gemessen. Von der etwas röthlichen, stark zersetzten Varietät, welche in sehr dünnen Platten kaum durchsichtig und aus unregelmässig durcheinander gewachsenen Lamellen zusammengesetzt ist, daher auf die Angabe der Grösse des Axenwinkels zu $+ 2\,Ho = 101^0\ 18'$ bis $110^0\ 18'$ roth, nicht allzugrosses Gewicht gelegt werden darf, theilt Des Cloizeaux eine Analyse von Damour mit, welche diesen Feldspath in die Nähe des Andesins stellt. Die weisse frische Varietät desselben Fundortes besitzt nach Des Cloizeaux dagegen einen von $89^0\ 44'$ bis 90^0 variirenden Axenwinkel.

Labradorit ($Ab_1\ An_1$ bis $Ab_1\ An_2$).

Schöne Spaltungsstücke des wohlbekannten Feldspathes von Labrador, sowie des in Schraufs ausführlichen „Studien über die Mineralspecies Labradorit“[1]) mehrfach erwähnten Feldspathes von Kamenoi-Brod im Districte Rodamysl (Gouvernement Kiew), endlich solche des seltenen und interessanten Feldspathes von Ojamo, welch' letztere ich der Güte und Freundlichkeit des Herrn Prof. G. vom Rath verdanke, ermöglichten mir das optische Studium jener Gruppe von Plagioklasen, die man unter dem Namen Labradorit zusammenzufassen pflegt.

Ein Theil des von den beiden erstgenannten Varietäten mir zu Gebote stehenden Materiales wurde im Laboratorium des Herrn Prof. Ludwig zuvor einer Analyse unterzogen, deren Ergebniss[2]) hier nochmals Erwähnung finden möge:

Analyse des Labradorites von Labrador

von Constantin Clement.

Spec. Gew. 2·698.

SiO_2	56·18	Proc.
Al_2O_3	27·33	„
Fe_2O_3	1·38	„
CaO	10·33	„
Na_2O	5·17	„
K_2O	0·36	„
	100·75	Proc.

[1]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, LX. Bd., I. Abth., Dec.-Heft, Jahrg. 1869.

[2]) Tschermak, Min. Mitth. 1878, S. 366 u. 367. Die Analyse von Klement weicht in ihren Resultaten von derjenigen, welche Tschermak mit dem Feldspath von Labrador ausgeführt hat, sehr wenig ab (s. Feldspathstudien, Seite 25).

Meine Analyse des Labradorites von Kamenoi-Brod.

Spec. Gew. 2·700.

SiO_2	· · · ·	54·55 Proc.
Al_2O_3	· · · ·	28·68 „
Fe_2O_3	· · · ·	1·03 „
CaO	· · · · ·	11·23 „
Na_2O	· · · ·	4·62 „
K_2O	· · · ·	0·42 „
		100·53 Proc.

Die procentische Zusammensetzung des untersuchten Feldspathes von Labrador entspricht also im Sinne der Tschermak'schen Feldspaththeorie einer Mischung von 50% Albit und 50% Anorthit (Ab_1 An_1), die des Feldspathes von Kamenoi-Brod der nur wenig davon verschiedenen von 45% Albit und 55% Anorthit (Ab_5 An_6).

Der Feldspath von Ojamo würde dagegen nach den älteren Analysen von Bonsdorff und Laurell[1]) eher in die Nähe des Andesins gehören, indem die von beiden gefundenen Zahlen auf die Mischung Ab_4 An_3 mit bereits vorherrschendem Albitgehalt verweisen; allein es ist zu vermuthen, dass ihr Untersuchungsmaterial durch beigemengte Kieselerde verunreinigt war, da zwei neue von G. vom Rath unter sorgsamster Entfernung des mitvorkommenden Quarzes ausgeführte Kieselsäurebestimmungen blos einen Gehalt von 55·83% und 55·69% ergaben[2]).

Und gleichwie diese drei Vorkommen nach dem Vorstehenden fast dieselbe durchschnittliche chemische Zusammensetzung zu besitzen scheinen, so ist auch ihr optisches Verhalten im Ganzen nur innerhalb so geringer Grenzen verschieden, dass wir sie am besten gleichzeitig behandeln.

Die mir vorliegenden Proben von Labrador und Kamenoi-Brod besitzen alle die interessanten, den gewöhnlichen Labradorit-Varietäten eigenthümlichen Structurverhältnisse, die bereits wiederholt, zuletzt von Schrauf l. c. so eingehend besprochen wurden.

---

[1]) Siehe Rammelsberg, Mineralchemie, 1875, S. 566.
[2]) Siehe N. Jahrb. f. Min. 1876, S. 711.

Die oft zahllose Menge von Einschlüssen, welche die Durchsichtigkeit auch der frischen Partien sehr beeinträchtigt, insbesondere aber die zumeist parallel der verticalen Axe angeordneten, schwarzen, nadelförmigen Mikrolithe, scheinen nicht blos auf die Art, sondern auch auf die Intensität ihrer Färbung von grossem Einflusse; beide Varietäten sind nämlich grau, die von Labrador im Allgemeinen lichter, in zersetzten Partien weisslich, die von Kamenoi-Brod dagegen dunkler, stellenweise fast schwarz, was offenbar mit der Thatsache zusammenhängt, dass in letzterer jene charakteristischen Mikrolithe durchschnittlich in grösserer Menge vorhanden sind.

Die Varietät von Ojamo weicht dagegen im Aussehen von den vorigen nicht unwesentlich ab. Von Einschlüssen ähnlicher Art, wie die eben besprochenen, ist hier nichts zu bemerken; trotzdem sind fast nur dünne Blättchen für optische Untersuchungen brauchbar, indem alle dickeren trüb, schwach bräunlichgrau bis stark bräunlichroth gefärbt erscheinen, und zwar in Folge einer mehr oder weniger vorgeschrittenen Zersetzung, deren Producte theils in krümlichen Partikeln einer stark polarisirenden Substanz, theils in grösseren Anhäufungen von Eisenoxyd bestehen.

Spaltbarkeit wurde nach dem rechten sowohl als nach dem linken Prisma beobachtet, doch ist schwer zu entscheiden, nach welchem die deutlichere, da sie in beiden Fällen recht unvollkommen sich darstellt.

Die Ausbildung der Zwillinge nach dem Albitgesetz ist hier ebenso mannigfaltig, wie in den Spaltungsstücken der Oligoklase, an welche man auch sonst vielfach erinnert wird. Besonders häufig kommt es vor, dass blos ein Hauptindividuum vorliegt, auf dessen basischer Spaltfläche die Zwillingslamellen der zweiten Stellung als parallele Linien auftreten, die allerdings sehr regelmässig verlaufen, dabei aber sehr fein, bisweilen viel zu fein sind, um bei Drehung des Präparates am Goniometer noch einen Reflex hervorzubringen; von einer gewissen Grenzlinie an kann das Verhältniss sich umkehren, das den feinen Linien entsprechende Individuum vorherrschen, das frühere Hauptindividuum gänzlich zurücktreten, wodurch derartige Spaltungsstücke im Ganzen trotz eines viel feineren Zwillingsbaues die Zweihälfter gewisser Albite nachahmen.

Die eben erwähnten Umstände mussten bei Bestimmung der optischen Orientirung gehörig berücksichtigt werden.

1. Untersuchungen im parallelen polarisirten Lichte.

Die der Kante *P/M* zunächstliegende Auslöschungsschiefe erwies sich in vorliegenden Plagioklasen auf der Endfläche von links hinten nach rechts vorn geneigt. Durch möglichst genaue Bestimmungen im Natriumlicht wurde die Grösse ihres sonach stets negativen Winkels in Spaltblättchen nach *P* ermittelt zu — 4° 30′ und — 4° 42′ (mit schmalen aber gleichmässig entwickelten Lamellen), zu — 5° 1′ (wodie eine Hälfte verschwindend klein) für den Plagioklas von Ojamo; — 5° 12′ und — 5° 24′ an solchen Präparaten des Feldspathes von Labrador und — 6° 42′ und — 6° 54′ an solchen des Feldspathes von Kamenoi-Brod, die ebenfalls eine sehr gleichförmige Zwillingsstreifung besassen.

Auf der Längsfläche (die ein schönes Farbenspiel zeigt, buntfarbig gelbgrün und hellblau bei den Plagioklasen von Ojamo und Labrador, einfarbig, intensiv dunkelblau bei denen von Kamenoi-Brod und anderen russischen Fundorten) sind die Hauptschwingungsrichtungen, wie bekannt, entgegengesetzt wie beim Albit, also gleichfalls unter einem negativen Winkel gegen die Kante *P/M* geneigt. Die Mittelwerthe zahlreicher Beobachtungen im Natriumlicht sind für Spaltungsstücke des Feldspathes von Ojamo — 16° 40′, von Labrador — 17° 28′, von Kamenoi-Brod — 20° 3′.

Mit diesen Angaben wären jedoch die Eigenthümlichkeiten des Verhaltens der in Rede stehenden Gruppe im parallelen Lichte keineswegs erschöpft. Zunächst ist zu bemerken, dass schon in Präparaten nach der Endfläche, auch unter Voraussetzung sonst günstigen Materiales das Maximum der Dunkelheit schlecht einstellbar ist, weil dieselben (namentlich Schliffpräparate) oft längere Zeit hindurch dunkel bleiben. Beiläufige Messungen an andern Spaltungsstücken der drei Vorkommnisse ergaben für Ojamo von den angeführten wenig abweichende, für Labrador und Kamenoi-Brod mehr schwankende, für letztere Varietät jedoch im Allgemeinen stets grössere Werthe.

Ein gleicher Grad von Unsicherheit in der Bestimmung der Hauptschwingungsrichtungen existirt auf der Längsfläche, wo bisweilen eine völlige Dunkelheit gar nicht eintritt. Die Lage der optischen Axen und die Dispersionsverhältnisse derselben scheinen eine Hauptursache davon zu sein, wie aus den Beobachtungen im

convergenten Licht hervorgehen wird. Auch scheint schon eine geringe Neigung der Oberfläche des Präparates gegen die Axe des Instrumentes auf das Resultat von merklichem Einflusse. In Schliffen nach der Längsfläche, die wohl niemals derselben ganz genau parallel gehen, können die erwähnten äusserst feinen Einschaltungen nach dem Albitgesetz, wenn sie zufälliger Weise mit der Ebene des Schliffes zusammentreffen, die Auslöschung undulös gestalten und zu schräge verlaufenden Streifen mit verwaschenen Rändern Anlass geben, indem optisch verschieden orientirte Partien übereinander zu liegen kommen.

Eine Anzahl beiläufiger Bestimmungen an anderen Spaltungsstücken gab für den analysirten Feldspath von Labrador wiederholt den obigen ganz ähnliche Werthe, wie — 17° 1′, — 17° 24′, doch auch grössere, wie — 18° 24′ bis — 19°; für den analysirten von Kamenoi-Brod waren die sonst noch gefundenen Zahlen im Allgemeinen grösser, — 19° 30′, — 20° bis 21° 12′. Durch freundliche Vermittlung des Herrn Dr. A. Brezina erhielt ich aus dem k. k. Hof-Mineraliencabinet zum Vergleiche ein lichteres und durchsichtigeres Stück Labradorit von letzterem Fundorte; dasselbe lieferte sowohl auf *P* als auf *M* etwas kleinere Werthe, etwa so wie der analysirte von Labrador. Dagegen zeigten andere dunklere Proben von Labrador, die ich der Institutssammlung entnahm, ähnlich den russischen, durchschnittlich etwas grössere Auslöschungsschiefen (bis — 21° 23′). Hiernach lässt sich vermuthen, dass, abgesehen von den Beobachtungsfehlern, Variationen in der optischen Orientirung, wahrscheinlich auch der durchschnittlichen chemischen Zusammensetzung [1]), an Stücken desselben Fundortes in der That existiren, dass dieselben jedoch innerhalb verhältnissmässig enger Grenzen liegen.

Spaltungsstücke des Feldspathes von Ojamo zeigen bisweilen nicht blos auf *P*, sondern gleichzeitig auch auf der Längsfläche

---

[1]) Man vergleiche in dieser Beziehung die in Rammelsberg's Mineralchemie, 1875, S. 563 aufgeführten drei Analysen des Labradorites von der Paulsinsel (Labrador), nemlich die von Tschermak (S. a mit 10·1% *CaO*), die von Rammelsberg (S. b mit 11·40% *CaO*) und die von Vogelsang (S. c mit 11·14% *CaO*), welche sich zu einander etwa so verhalten, wie die oben erwähnte von Klement herrührende Analyse des hier untersuchten Feldspathes von Labrador zu meiner Analyse des Feldspathes von Kamenoi-Brod.

sehr schöne Zwillingsstreifung, deren näheres Studium zu interessanten Betrachtungen über die feinere Bauweise des Labradorites, ja der Plagioklase überhaupt, Anlass gibt.

Schon G. vom Rath und Des Cloizeaux haben die Meinung ausgesprochen, dass letztere Streifung auf polysynthetische Ausbildung des Periklingesetzes zurückzuführen sei, welches bekanntlich die Makrodiagonale zur Zwillingsaxe hat.

Damit stimmt auch die bereits von Des Cloizeaux mitgetheilte, von mir oft beobachtete Thatsache ganz gut überein, dass die den Streifen angehörigen Partien unter einem etwa 5^0—6^0 kleineren Winkel, jedoch im gleichen Sinne wie die Hauptmasse gegen die Kante P/M auslöschen.

Unter der durch die sorgfältigen Untersuchungen G. vom Raths wohlbegründeten Voraussetzung, dass die Zwillingsindividuen dieses Gesetzes in der Regel nach der Ebene des sogenannten rhombischen Schnittes verwachsen, muss der Verlauf der Streifung in Bezug auf die Kante P/M der Durchschnittslinie jener Ebene mit der Längsfläche entsprechen.

Nach Angabe der genannten Forscher würden die Streifen auf der Längsfläche der besprochenen Kante genau parallel gehen. Allein schon der Umstand, dass sich darunter auch solche finden, die nicht parallel begrenzt erscheinen, sondern keilförmig zulaufen, bringt auf die Vermuthung, dass dieser Satz nicht allgemein giltig sei; die Entscheidung darüber ist aber für die Charakteristik der in Rede stehenden Gruppe aus den vorerwähnten Gründen nicht ohne Wichtigkeit.

Durch sorgfältige Beobachtungen theils an Spaltungsstücken, theils an Schliffpräparaten, die möglichst genau parallel der Längsfläche solcher Stücke angefertigt waren, in denen dieses Zwillingsgesetz vorherrschend und recht deutlich erschien, konnte ich mich aufs Bestimmteste überzeugen, dass der rhombische Schnitt hier in gleichem Sinne wie die Auslöschungsschiefe, allerdings unter einem sehr kleinen Winkel gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit geneigt sei.

Da nun die Lamellen auf der Längsfläche nur selten eine grössere Breite besitzen, dagegen sehr häufig zu ganz feinen Linien sich verschmälern, in denen man kaum Zwillingsbildungen erkennen würde, wenn nicht alle möglichen Uebergänge nebeneinander vor-

kämen, so sind sie unter Umständen mit Spaltrissen nach P leicht zu verwechseln.

In solchen Stücken ist es überhaupt schwer, eine schöne Kante zwischen P und M anzuschlagen, da, wie es scheint, die Zwillingsindividuen sich leichter nach der beiden gemeinsamen Verwachsungsebene abtrennen, als nach der oft durch das Albitgesetz noch unterbrochenen Endfläche. Es kann hieraus, ähnlich wie das vom Oligoklas erwähnt wurde, eine Fehlerquelle für die Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche entstehen. In der That kann man in demselben Präparat dafür zwei verschiedene Werthe erhalten, je nachdem man von deutlichen Spaltrissen nach P oder von der Zwillingsstreifung ausgeht; auf diese Weise wurde die Auslöschungsschiefe beispielsweise in Spaltblättchen nach M zu $-14{\cdot}1^{\circ}$ und $-16{\cdot}3^{\circ}$, zu $-14{\cdot}8^{\circ}$ und $-17{\cdot}1^{\circ}$, zu $-14{\cdot}9^{\circ}$ und $-17{\cdot}4^{\circ}$, in Schliffen zu -15° und $-17{\cdot}6^{\circ}$ gefunden.

Umgekehrt lässt sich schon nach diesen Beobachtungen indirect die Grösse des Winkels, welchen die Kante P/M mit der Trace des rhombischen Schnittes einschliesst, wenigstens beiläufig beurtheilen.

Nur wenige Präparate gestatteten eine directe Messung, deren Ergebniss zwischen $1{\cdot}2^{\circ}$ und 3° schwankt; dabei ist jedoch zu bemerken, dass die keilförmigen Partien einerseits von der Trace der Verwachsungsebene, andererseits von der der basischen Spaltfläche begrenzt erscheinen können.

An den Labradoritvarietäten von Labrador und aus Russland scheint polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz im Ganzen viel seltener aufzutreten. Dass eine solche beim Feldspathe von Labrador überhaupt vorkommt, darüber hat schon Stelzner seinerzeit in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung[1]) ausführlich berichtet. Da er jedoch lediglich die Basisfläche als Verwachsungsebene in diesem Falle voraussetzt, so ist seiner Mittheilung über die Lage des rhombischen Schnittes nichts zu entnehmen.

Es stand mir übrigens ein parallel der Längsfläche aus einem Stück Labradorit von Labrador angefertigter Schliff zur Verfügung, welcher nicht blos sehr deutliche Streifung, sondern auch ausge-

---

[1]) Nr. 18, Jahrg. XXIX, 6. Mai 1870. (Aus den Verhandlungen des bergmänn. Vereines zu Freiburg.)

sprochene Spaltrisse nach P enthielt und an welchem ich die gleichen Verhältnisse wieder beobachten konnte, die vom Plagioklas von Ojamo soeben beschrieben wurden. An den oben betrachteten Proben von Labrador und Kamenoi-Brod, tritt dieses Zwillingsgesetz freilich meist so in den Hintergrund, dass man es leicht gänzlich übersieht. Allein die Beobachtung, dass in gewissen Spaltungsstücken nach M die der oberen und unteren Kante entsprechenden Ränder nicht parallel laufen, ferner die Erfahrungen gelegentlich der Bestimmung der optischen Orientirung sind geeignet auch Spuren seines Vorhandenseins zu verrathen.

So war beispielsweise an einem sehr dünnen Spaltblättchen des Plagioklases von Kamenoi-Brod ein feiner Streifen von mir anfänglich für einen Spaltriss gehalten und mit Bezug darauf die Auslöschungsschiefe zu — 16·9° bestimmt worden. Im Hinblick auf spätere Beobachtungen am Feldspath von Ojamo sah ich mich veranlasst, mit Hilfe der basischen Spaltbarkeit die Kante zwischen P und M darzustellen; die neu angestellten Versuche ergaben nun an demselben Präparat den Winkel von — 18·8°.

Dazu kommt, dass neben solchen Streifen, die gemäss ihrer optischen Orientirung als Einlagerungen nach dem Periklingesetze anzusehen sind, andere sich finden, die symmetrisch zur gemeinsamen Kante auslöschen, mithin auf das Zwillingsgesetz: Zwillingsaxe die Normale zur Basis, oder ein ähnliches, etwa: Zwillingsaxe die Kante P/M hindeuten, wie an einem Schliffpräparat aus russischem Labradorit deutlich zu beobachten war. Dasselbe zeigte zugleich, dass beim Periklingesetze ausser der Ebene des rhombischen Schnittes bisweilen die Basis der beiden Individuen als Verwachsungsebene fungiren und zu polysynthetischer Lamellirung Anlass geben kann, welche demnach bald der Kante P/M genau parallel geht, bald unter dem oben angegebenen Winkel dagegen geneigt ist.

Um darüber Gewissheit zu erlangen, dass die Streifung auf der Längsfläche wirklich von Trennungsebenen herrührt, welche der Makrodiagonale parallel den Krystall durchsetzen, so wie es das vom Rath'sche Gesetz erfordert, wurden aus geeignetem Materiale des Feldspathes von Ojamo Schliffe senkrecht zu P und M angefertigt.

Der Anblick solcher Präparate im parallelen polarisirten Lichte entspricht vollkommen der von Stelzner l. c. über ähnliche des Feldspathes von Labrador gegebenen Beschreibung. Stets erscheinen die Periklinzwillinge als bald mehr, bald weniger breite querverlaufende Lamellen, die in ihrer Richtung mit der Trace der Basisfläche vollkommen übereinstimmen und entweder das Präparat seiner Länge nach gleichmässig durchziehen, oder plötzlich absetzen und sich unregelmässig auskeilen.

Die Auslöschung erfolgt in beiden Hälften fast symmetrisch zur gemeinsamen Begrenzung, weil diese mit der Makrodiagonale, sonach mit einer Normalen zur Zwillingsebene nahezu zusammenfällt. Einmal betrug der Winkel zu beiden Seiten genau je 29·5°, entsprechend 26° und 33° gegenüber den Tracen der Flächen *M*. In anderen Schliffen, die vermuthlich der Makrodiagonale nicht genau parallel gingen, war derselbe Winkel mit der Trace der basischen Spaltbarkeit 29° und 31·7°, 28·2° und 31° und ähnlich. Hier ist zu erwähnen, dass nach Beobachtungen an Schliffen, senkrecht zu *P* und *M*, des Feldspathes von Labrador, die Auslöschungsrichtung, welche der Trace der Längsfläche zunächst liegt, im orientirt gedachten Krystalle von links oben nach rechts unten verläuft und mit der verticalen Kante einen Winkel von circa 26°—27° einschliesst.

Bekanntlich ist das Periklingesetz fast immer mit dem Albitgesetz verbunden, wodurch jene gitterförmige Structur entstehen kann, welche unter Umständen an den Mikroklin erinnert.

Die „Albitzwillingslamellen“ haben dann mit der zugehörigen Hälfte der „Periklinzwillingslamellen“ die Fläche *M* als Zwillingsebene gemein; sind diese zusammengehörenden Lamellen Hauptindividuen, dann kann ihre gemeinsame Fläche auch an jenen Stellen Begrenzungsebene bleiben, wo die andere Hälfte der Periklinzwillingslamellen an die Albitzwillingslamellen herantritt, welche sich zu letzteren nicht mehr direct in Zwillingsstellung befindet und mit ihnen fast gleichzeitig auslöscht. Polysynthetische Ausbildung beider Zwillingsgesetze erzeugt ein schwach schiefwinkliges Netzwerk.

Wenn dagegen die durch das Periklingesetz hervorgerufene Streifung eine gleichförmige ist, dann kann, wie die Beobachtung lehrt, die Anlagerung der Albitzwillingslamellen an die des Periklingesetzes beim Fortwachsen auch nach jener Ebene erfolgen, welche letzteren gleichmässig zukommt, nemlich nach ihrer zur

Makrodiagonale senkrechten Zwillingsebene. Die Einlagerungen nach dem Albitgesetz erscheinen dann als mehr weniger tief dazwischen getriebene, keilförmige Partien von theils unregelmässiger, theils zickzackförmiger Begrenzung, welche dem Gesagten entsprechend, bald schief, bald senkrecht zur Zwillingsstreifung des Periklingesetzes verläuft.

Dabei macht man die weitere Wahrnehmung, dass sich die Verhältnisse in verschiedenster Weise wiederholen können, indem beispielsweise zwei Individuen nach dem Periklingesetz verwachsen, mit beiden je ein Individuum nach dem Gesetze: Normale zu *M* sich verbinden, innerhalb der angefügten Individuen die erste Zwillingsbildung sich wiederholen und dazu neuerdings Albitzwillingslamellen hinzutreten können. So entstehen die scheinbaren Verwerfungen, „wenn die verschiedenen Lamellen einander durchsetzen", von denen Stelzner gesprochen hat.

In Uebereinstimmung mit dem Gesagten stehen die zahlreichen Reflexe, welche man bisweilen beobachtet, wenn man derartige Spaltungsstücke um die Zonenkante *P*/*M* des Hauptindividuums am Goniometer dreht. Bemerkenswerth ist, dass die Messung für die Abstände der den Reflexen entsprechenden Flächen nicht vollkommen genaue Werthe liefern kann, weil ja bei den hier betrachteten Zwillingsgruppen die Kanten zwischen End- und Längsfläche nicht immer einander parallel gehen. So wurde auf der Längsfläche in Proben des Feldspathes von Ojamo die Neigung der Streifen gegen die Hauptmasse zu 6^0—7^0 bestimmt; bisweilen zeigte sich noch ein zwischen den beiden liegender 3. Reflex, welcher gegen die Endfläche des Hauptindividuums ca 89^0—90^0 geneigt erschien, welche merkwürdige Thatsache in dem oben Mitgetheilten vielleicht ihre Erklärung findet.

Auf der Endfläche erscheinen (entsprechend dem Albitgesetz und seiner Wiederholung) Reflexe im Abstande von 7^0, bisweilen unter dem doppelten Winkel u. s. w. An einem Spaltungsstück des analysirten Feldspathes von Labrador beobachtete ich in der Gegend der Längsfläche zwei Reflexe, entsprechend zwei Flächen, die ihrer Lage nach äusserst wenig nur von einander abweichen und gegen die gemeinsame Endfläche der Messung zufolge unter Winkeln von ca. 93^0 30′ und 95^0 geneigt waren. Dasselbe Stück parallel der Längsfläche der Hauptmasse dünn geschliffen, zeigte

in den beiden längs der Trace der basischen Spaltbarkeit zusammenstossenden (nicht polysynthetischen) Hälften nahezu symmetrisch zur Zwillingsgrenze eine Auslöschungsschiefe von ca. 17°—18° einerseits und 20°—21° andererseits. Wenn man die gleichzeitigen Beobachtungen am Goniometer berücksichtigt, ist man genöthigt, hier Existenz des Zwillingsgesetzes: Zwillingsaxe die in *P* liegende Normale zur Makrodiagonale und Verwachsungsebene die Basis vorauszusetzen (respective die Coexistenz des Gesetzes: Zwillingsaxe die Normale zu *P* und: Zwillingsaxe die Makrodiagonale anzunehmen).

In diesem Präparat bemerkt man auch in beiden Hälften einzelne, symmetrisch eingelagerte, feine Streifen, welche nach Lage und Auslöschung dem Periklingesetz ihre Entstehung verdanken.

Diese Zwillingsverwachsungen sind, wie man sieht, bisweilen so complicirter Art, dass die genaue Verfolgung der dadurch hervorgerufenen Verhältnisse ein ganz besonderes, gewiss recht lohnendes Studium erfordern würde.

Allein schon die wenigen Andeutungen, welche ich nach den gelegentlich der Bestimmung der optischen Orientirung gemachten Beobachtungen soeben geben konnte, dürften hinreichen, um zu beweisen, dass die Anomalien im optischen Verhalten gewisser Labradorite, auf die sich Pfaff in seiner oben citirten Arbeit hauptsächlich stützt, in den meisten Fällen sich wohl auf scheinbare, durch Zwillingsbildung hervorgerufene Unregelmässigkeiten, nicht aber Inhomogeneität der Mischung zurückführen lassen. Aber auch da, wo wir im gegenwärtigen Augenblicke eine Erklärung der beobachteten Thatsachen vergebens suchen, ist dieselbe vielleicht von der Zukunft zu erwarten.

2. Untersuchung im convergenten polarisirten Lichte.

Die Interferenzerscheinungen, welche Spaltblättchen parallel der Längsfläche der Labradorite, wenn sie eben und durchsichtig sind und aus einem einzigen Individuum bestehen, unter dem Nörremberg zeigen, weichen von denjenigen der früher besprochenen Gruppen in mehrfacher Hinsicht ab und diese Abweichungen können bei Bestimmung der Labradorite auf optischem Wege gute Dienste leisten, weil sie dem aufmerksamen Beobachter sogleich in's Auge fallen.

In Fig. 5 Tafel II. ist der Anblick wiedergegeben, den man von der rechten Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles empfängt. Daraus ist zu entnehmen, dass von der vorderen, nach unten hin austretenden Axe die innersten Ringe deutlich sichtbar sind, während man von der hinteren Axe, die man rechts oben suchen würde, nichts wahrnimmt. Eine Anzahl von Lemniskaten, welche in schräger Richtung von vorn unten nach oben und hinten hinziehen und lediglich auf jener Seite entwickelt sind, welche der unteren (scharfen) Kante P/M entspricht, verräth den Verlauf der Axenebene.

Diese Verhältnisse erinnern noch am meisten an den Andesin; wie dort ist nemlich die Axenebene gegen die stumpfe Kante der Flächen P und M hin geneigt und schliesst dabei die Trace der Axenebene auf M einen gleichgerichteten Winkel mit der genannten Kante ein; nur ist hier, beim Labradorit, jene Neigung sowie dieser Winkel ein bedeutend grösserer.

Gleichwohl bleibt die zugehörige Mittellinie noch immer nahezu in der Zonenebene P/M, indem sie gleichzeitig nach oben und hinten zu verschoben erscheint.

Demzufolge treten die optischen Axen in verschiedenen Abständen von der Plattennormale aus; und zwar bedarf es nicht erst eigener Versuche im Schneider'schen Apparate, sondern man kann sofort erkennen, dass die Mittellinie im vorliegenden Falle aus einer zur Trace der Axenebene senkrechten Ebene nach hinten und oben zu stark heraustritt. Mit Hilfe der Quarzplatte gelingt es auch Ringe der zweiten Axe in's Gesichtsfeld zu bringen und zwar bei einer Neigung der Quarzplatte um eine zur Verbindungslinie der Axen senkrechte Gerade, woraus hervorgeht, dass die zugehörige Mittellinie mit der Elastizitätsaxe c zusammenfällt, ebenso wie dies von den bisher betrachteten Plagioklasen angegeben wurde.

Die Interferenzerscheinungen, welche man auf geeigneten Spaltblättchen parallel der Endfläche der Labradorite wahrnimmt, bilden gleichsam die Ergänzung zu den eben beschriebenen auf der Längsfläche, indem hier die andere Hälfte der Lemniskaten und die andere Axe angedeutet ist, während jene Theile des Axenbildes, die auf der Längsfläche sichtbar sind, gänzlich fehlen.

Die Lemniskaten sind in grosser Anzahl vorhanden, weil die Axenebene mit der Fläche *P* einen verhältnissmässig kleinen Winkel einschliesst. In der Fig. 5 b, Taf. II. sind die auf der oberen Basisfläche des orientirten Krystalles thatsächlich herrschenden Verhältnisse abgebildet.

Leider muss jedoch betont werden, dass die Beobachtung schöner und vollkommener Interferenzerscheinungen namentlich in Folge der mannigfachen Zwillingsbildungen der Labradorite zu grossen Seltenheiten gehört, indem unter vielen Spaltblättchen nach *M* immer nur recht wenige für die vorstehenden Untersuchungen unter dem Nörremberg sich als tauglich erweisen. Bisweilen zeigen sich wohl in der Hauptsache die eben beschriebenen Erscheinungen; allein die Contouren der Interferenzkurven sind verwischt und undeutlich. Dabei ist es nicht immer gleichgiltig, welche Seite des Präparates nach oben, welche nach unten gekehrt ist. Wenn beispielsweise feine Einschaltungen nach dem Albitgesetz, und zwar auf der einen Seite reichlicher vorhanden sind, während auf der anderen das Hauptindividuum allein zu Tage tritt, so sind die diesem entsprechenden Kurven viel ungestörter wahrzunehmen, sobald die letztere Seite nach aufwärts liegt.

Sehr sonderbare Erscheinungen treten auf, wenn die beiden nach dem Albitgesetz verbundenen Individuen aus gleichförmig entwickelten Lamellen bestehen und ihrer ungefähr eine gleiche Anzahl vorhanden sind. Das Präparat wird dann in keiner Stellung völlig dunkel. In jener Stellung, bei welcher der höchste Grad von Helligkeit herrscht, bemerkt man unter dem Nörremberg scheinbar symmetrisch zur Plattennormale das Bild zweier Axen, respective dasjenige der zugehörigen innersten Ringe, nur an einer Seite von Lemniskaten begleitet [1]); mit der Quarzplatte behandelt, zeigt die scheinbare Mittellinie positives Verhalten, jedoch ist unverkennbar, dass die beiden sichtbaren optischen Axen nicht derselben Axenebene angehören, indem die Drehungsaxe, bei welcher die Quarzplatte wirksam erscheint, nicht für beide dieselbe ist.

In jenem Moment, wo das Präparat den geringsten Grad von Helligkeit aufweist, entsteht unter dem Nörremberg ein schwach

---

[1]) Man muss hier unwillkürlich an die ähnlichen Erscheinungen beim Oligoklas zurückdenken.

gekrümmter schwarzer Balken, welcher gleichsam der kurzen Diagonale des von den horizontalen und verticalen Kanten auf der Längsfläche gebildeten schiefwinkligen Parallelogramms parallel geht, und welcher das Gesichtsfeld in zwei farbige Hälften theilt, deren eine blau, deren andere gelbgrün erscheint.

In dem Schneider'schen Apparat lässt sich der Antheil, welchen jedes der Zwillingsindividuen an diesen Interferenzerscheinungen hat, noch genauer verfolgen.

Die nächste Aufgabe der Untersuchung im convergenten Lichte war die Bestimmung des der positiven Mittellinie anliegenden Winkels der optischen Axen, sowie das Studium ihrer Dispersionsverhältnisse. Beides war nur möglich an Platten, welche in geeigneter Weise über der stumpfen Kante P/M solcher Spaltungsstücke angefertigt waren, die entweder ganz frei von Zwilligslamellen waren, oder doch ein vorherrschendes Hauptindividuum besassen. An einem Präparate des Feldspathes von Ojamo, nicht ganz frei von Zwillingslamellen, wurde der Axenwinkel in Oel im v. Lang'schen Messapparat zu 85° 4′ 15″ für rothes und 85° 24′ 18″ für grünes Glas bestimmt, was auf eine Dispersion $\rho < \upsilon$ hindeutet. Schon hier, noch besser im Schneider'schen Apparate war sehr ausgesprochene gekreuzte Dispersion, verbunden mit schwacher geneigter zu erkennen. Dagegen war es beim blossen Anblick kaum möglich, über die gewöhnliche Dispersion zu entscheiden, weil bei der geringsten Abweichung des Präparates von der 45°-Stellung die gekreuzte sogleich vorherrschte. Jedenfalls war hier der Innenrand des ersten Ringes mehr roth gefärbt als der Aussenrand in Uebereinstimmung mit dem früher Gesagten. Axenwinkel in Glas circa 82·6°.

An einem zweiten Präparate von Ojamo, welches ohne jede Zwillingsbildung, leider nur an wenigen Stellen gut durchsichtig war, konnte trotz sorgsamster Messung ein merklicher Unterschied des Axenwinkels für die verschiedenen Farben nicht nachgewiesen werden, indem derselbe in Oel für rothes Glas zu 83° 39′, für grünes 83° 38′, für blaues ebenso gross gefunden wurde.

Danach hätte man hier das Beispiel eines Plagioklases, in welchem die gewöhnliche Dispersion gleich Null ist. Axenwinkel im Schneider'schen Apparat circa 81·4°.

Ein weiteres Präparat aus einem Spaltungsstücke des Feldspathes von Labrador, nicht ganz frei von Zwillingslamellen, ergab im v. Lang'schen Axenwinkelapparat bei Beobachtung in Oel einen Werth von 83° 49′ 12″ für grünes und 84° 18′ 54″ für rothes Glas, somit Dispersion $\rho > \upsilon$ sehr deutlich.

Sehr starke gekreuzte Dispersion ist demnach das hervorragendste Merkmal der eben betrachteten Plagioklase. Während die untersuchten Präparate von Ojamo sich dabei aber durch Dispersion $\rho < \upsilon$ noch an den Andesin anschliessen, dem gegenüber freilich der Axenwinkel bedeutend kleiner geworden ist, haben diejenigen von Labrador bereits die Dispersion $\rho > \upsilon$ mit den nachfolgenden Gruppen und dem Anorthit gemeinsam, wie sich zeigen wird.

Beobachtungen an einem zweiten, von Zwillingsbildung ganz freien, daher dem Studium der Dispersionserscheinungen sehr günstigen Präparate von Labrador wurden der Fig. 3, Tafel III zu Grunde gelegt. Zu ihrem Verständnisse ist Weniges hinzuzufügen.

1. 90°-Stellung. Wie bei allen früheren Plagioklasen ist die obere Hälfte an der vorderen Axe (*a*), correspondirend mit der unteren an der hinteren Axe (*b*), durch etwas flachere Ringe und mattere Farben ausgezeichnet. In das Roth mischt sich dort Gelbbraun, neben Orangegelb ist eine Spur Rothviolett vorhanden.

Die untere Hälfte an derselben Axe zeigt ein carminähnliches Roth, helles Blau und helles Gelb. Gewöhnliche Dispersion ist sehr wenig angedeutet.

An der hinteren Axe ist das ganze System etwas grösser, in Färbung und Intensität derselben aber fast gerade so entwickelt. Nichts liesse hier auf die gewöhnliche Dispersion schliessen.

2. 45°-Stellung. Farbenvertheilung an beiden Axen wieder ganz ähnlich; nur ist an der vorderen Axe (in Uebereinstimmung mit den Ablesungen im Lang'schen Axenwinkelapparat an dem früher besprochenen Präparate von Labrador) das Blau viel intensiver, danach $\rho > \upsilon$ viel deutlicher, während an der andern, bei vorherrschender gekreuzter die gewöhnliche Dispersion erst bei genauer Betrachtung der Intensitätsvertheilung der Farben erkennbar wird. Es ist dadurch ganz ähnlich wie beim Oligoklas geneigte Dispersion ausgesprochen; allein während dort gleichsam die Mittellinie der blauen Axen auf ihrer Wanderung zurückbleibt, gilt dies beim eben betrachteten

Labradorit von derjenigen der rothen Axen. Horizontale Dispersion ist nicht wahrzunehmen.

Die bisher angeführten Thatsachen über die optische Orientirung des Labradorites reichen vollkommen hin, um uns von den optischen Eigenthümlichkeiten dieser Gruppe im Allgemeinen Rechenschaft zu geben. Dagegen sind sie noch nicht geeignet, eine Anwendung des Calculs zur Bestimmung der Auslöschungsschiefen gegenüber der Zonenkante gewisser Zonenschnitte zu gestatten. Um beurtheilen zu können, ob die Untersuchungen von Des Cloizeaux, deren sich Michel Lévy in seiner oben erwähnten Schrift „De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle“ zu gedachtem Zwecke bedient hat, dazu vielleicht besser geeignet sind, muss das Wesentlichste von seinen Resultaten zunächst hier kurz besprochen werden.

Des Cloizeaux hat die Grösse der Auslöschungsschiefe der Labradorite von Labrador und Ojamo grösstentheils als doppelten Winkel der Hauptschwingungsrichtungen der beiden Hälften von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz an Dünnschliffen senkrecht zu *M* und nahe parallel zu *P* bestimmt.

Die gefundenen Werthe schwanken zwischen 5° 6′ und 7° 15′, 7° 15′ für Platten des Feldspathes von Lojo (Ojamo) in Finnland. Die Orientirung dieser Auslöschungsschiefe ist zwar nicht ausdrücklich angegeben, doch wird man wohl nicht fehl gehen, auch hier den Winkel negativ zu nehmen im oben angegebenen Sinne.

Die Auslöschungsschiefe auf *M* wurde in Dünnschliffen parallel der Längsfläche bestimmt; die Angabe von Des Cloizeaux über bald saubere, bald undulöse Auslöschung erklärt sich nach dem oben Gesagten von selbst. Die an verschiedenen Stellen der Platten gefundenen Werthe schwanken zwischen 16° 9′ und 20° 10′ für den Feldspath von Ojamo und 15° 45′ und 21° 45′ für den von Labrador. Ausserdem hat Des Cloizeaux solche Stücke von Labrador untersucht, welche eine bedeutend grössere Auslöschungsschiefe besassen (26° 41′ — 28° 46′).

Davon abgesehen, stehen seine Angaben mit meinen eigenen Beobachtungen, wie man sieht, vollkommen im Einklange; nur bezüglich des Feldspathes von Ojamo ist vielleicht die Vermuthung gestattet, dass die von Des Cloizeaux untersuchten Stücke eine

im Durchschuitte etwas anorthitreichere Mischung darstellen, als die oben beschriebenen.

Diese Vermuthung wird durch die Mittheilungen von Des Cloizeaux, welche Axenwinkel und Dispersion betreffen, noch unterstützt. Er beobachtete nämlich an Platten senkrecht zur positiven Mittellinie dieses Feldspathes einen Axenwinkel in Oel $2Ha = 84^0\ 43'$ für rothe, $84^0\ 23'$ für blaue, $2Ha = 85^0\ 29'$ rothe, $84^0\ 44'$ blaue, und $2Ha = 87^0\ 5'$ rothe und $86^0\ 34'$ blaue Strahlen, mithin $\rho > \upsilon$.

Platten aus blättrigen, schön goldgelb farbenwandelnden Stücken von Labrador, welche auf M die Auslöschungsschiefe von 27^0 zeigten, ergaben einen Axenwinkel $2Ha = 89^0\ 10'$ (roth), $87^0\ 49'$ (blau), solche aus Feldspath von Diupavog, Küste Islands $2Ha = 88^0\ 25'$ (roth), $86^0\ 44'$ (blau); beiden entspricht wieder $\rho > \upsilon$.

Des Cloizeaux hat auf diese Uebereinstimmung aller von ihm untersuchten Labradorite in der Dispersion ($\rho > \upsilon$) ein sehr grosses Gewicht gelegt und dieselbe nicht blos als ein constantes Merkmal der Labradorite überhaupt, sondern auch als das sicherste Unterscheidungsmittel gegenüber dem Albit und Oligoklas hingestellt, welche beide $\rho < \upsilon$ um die positive Mittellinie zeigen.

Allein die am Feldspath von Ojamo von Des Cloizeaux gewonnenen Resultate, verglichen mit meinen eigenen Beobachtungen scheinen vielmehr dafür zu sprechen, dass in diesem interessanten Feldspath der Umschlag der Dispersion erfolgt.

Da ferner vom Oligoklas und Andesin her eine Abnahme des Axenwinkels zu beobachten ist, und jenes Stück Labradorit, in welchem $\rho = \upsilon$ gefunden wurde, zugleich den kleinsten bei Labradoriten beobachteten Axenwinkel aufweist, so wird es wahrscheinlich, dass von hier an der Axenwinkel bei entgegengesetzter Dispersion wieder zu wachsen beginnt, und dass der von Des Cloizeaux allgemein ausgesprochene Satz nur für jene Labradorite volle Geltung besitzt, welche in der Reihe der Kalknatronfeldspathe bereits dem Anorthit näher stehen. Volle Sicherheit darüber ist erst nach vielen und genauen weiteren Versuchen mit Hilfe eines besonders günstigen Materiales zu erwarten. Ausser der gewöhnlichen Dispersion hat Des Cloizeaux noch deutliche gedrehte und schwache (nur bei der Varietät von Ojamo auffallend starke) geneigte Dispersion beobachtet.

Aus allem bisher Mitgetheilten lässt sich der wahre Axenwinkel der Labradorite nur annähernd bestimmen. Gleiches gilt aber auch von der Lage der positiven Mittellinie bezüglich der Krystallform.

In seinem ersten Mémoire, pag. 9, hatte Des Cloizeaux der grösseren Einfachheit wegen angenommen, dass eine Platte, wenn sie der stumpfen Kante P/M genau parallel ginge und dabei unter 124° gegen P, 149° 20′ gegen M, 129° 5′ gegen das rechte Prisma geneigt sei, hinreichend genau zur spitzen Bissectrix (positiven Mittellinie) senkrecht stünde, um zur Beobachtung des Axenwinkels und der Dispersion zu dienen. In der That sind auch die von mir untersuchten Schliffe bei einer Neigung von 126° 35′ zu P, 149° 15′ zu M, sowie 126° 5′ zu P und 147° 20′ zu M (Feldspath von Ojamo) und 127° 15′ zu P, 147° zu M (Feldspath von Labrador) nahezu, wenn auch nicht vollkommen, senkrecht zur positiven Mittellinie und gleichzeitig beiläufig in der Zone P/M, so dass diese Angaben, sowie die oben angeführten von Des Cloizeaux von den thatsächlichen Verhältnissen nicht gerade viel abweichen dürften.

Was jedoch die Möglichkeit betrifft, die Lage der Elasticitätsaxe c mit mathematischer Genauigkeit anzugeben, so muss bemerkt werden, dass schon die Entscheidung darüber, ob dieselbe genau in die Zone P/M fällt, auf die grössten Schwierigkeiten stösst, weil die Unvollkommenheit der prismatischen Spaltbarkeit die Bestimmung der Neigung eines zu c senkrechten Schliffes in Bezug auf die Prismenflächen sehr schwierig und unsicher macht.

Die späteren von Des Cloizeaux, in einer Anmerkung zu den Beobachtungen am Feldspath von Ojamo, in seinem zweiten Mémoire, S. 53 gegebenen Daten, wonach die Neigung einer solchen Platte zu P 124°, zu M 148° 36′, zum rechten Prisma aber nicht 129° 5′, sondern 135° 6′ betragen würde, sind schon deshalb nicht geeignet besonderes Vertrauen einzuflössen, weil nirgends ausdrücklich ausgesprochen wird, dass sie das Resultat directer Messungen sind, unter welcher Voraussetzung sie allein Berechtigung haben.

Michel Lévy, welcher diese Daten l. c. bei Berechnung der Auslöschungsschiefen auf Schnitten der Zonen 001 : 010 und 001 : 100 zu Grunde legte, ist dabei, wie bereits erwähnt, mit den Erfahrungen über die Grösse des wahren Axenwinkels beim Labradorit

in Widerspruch gerathen. Freilich dürfte der Fehler noch anderswo liegen.

Des Cloizeaux hat nemlich wiederholt die Auslöschungsschiefe auf *M* mit der Trace der Axenebene identificirt. So auch im Labradorit[1]). Michel Lévy ist ihm darin gefolgt.

In jenem Falle, wo die optischen Axen zur Plattennormale genau symmetrisch liegen, hat diese Ausdrucksweise ihre volle Berechtigung. Sie bedingt daher im Albit und Oligoklas, ja selbst noch im Andesin keinen sehr bedeutenden Fehler; hier beim Labradorit, wo die Axen von der Plattennormale so verschieden weit entfernt sind, dass die zweite nicht einmal andeutungsweise sichtbar wird, ist aber der Unterschied zwischen der Trace der Axenebene und der Auslöschungsschiefe schon ziemlich bedeutend. Um über die Grösse desselben wenigstens einen beiläufigen Begriff zu erhalten, habe ich die Annahme gemacht, dass die oben untersuchten Schliffe genau senkrecht zur Bissectrix stünden und diese genau in der Zone *P*/*M* liege Auf diesen Schliffen beobachtet man eine Auslöschungsschiefe von 24°—27°, welche Werthe hier direct der Trace der Axenebene entsprechen; daraus und aus der Neigung der Schliffe zu *M* berechnet sich der Winkel der Trace der Axenebene auf *M* gegen *P*/*M* unter obigen Voraussetzungen noch circa 4° höher als der vorige, während die Auslöschungsschiefe auf der Längsfläche des Materiales, aus dem die Präparate gefertigt sind, durchschnittlich 17°—19° beträgt.

Unter der gleichen Voraussetzung, dass die Bissectrix genau in der Zone *P*/*M* liegt, lässt sich aus den Beobachtungen über die Neigung (δ) der dazu senkrechten Fläche zu *M*, sowie aus den Beobachtungen über die Grösse der Auslöschungsschiefe (ε) von solchen Schliffen und aus der Annahme des wahren Axenwinkels (2 *V*) (was nach den Untersuchungen in Oel und Glas mit ziemlicher Annäherung möglich ist), die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* nach der von Michel Lévy, l. c. S. 400, gegebenen Formel für cotg $2y$ berechnen, wobei $\alpha = \pi - \beta$, respective $\alpha = \beta$ zu setzen

---

[1]) Siehe Mémoire sur les propriétés pag. 9: wo die Trace der Axenebene auf *M* zu 27°—28° angegeben und Mémoire sur le microcline S. 53: wo mit Hinweis auf das erste Mémoire von jener Varietät, welche die besten Platten senkrecht zur spitzen Bissectrix lieferte, die Auslöschungsschiefe auf *M* zu 26° 41′ bis 28° 46′ gegen die Kante *P*/*M* bestimmt wird.

ist, wenn man unter diesen Umständen die Ebene, normal zur positiven Mittellinie, als Ausgangsebene wählt.

Für $\delta = 31^0$, $\varepsilon = 25^0$ und $2\,V = 80^0$ berechnet sich die Auslöschungsschiefe auf P (π) zu $6^0\ 50'$, auf M (μ) zu 16^0; für $\delta = 31^0$, $\varepsilon = 27^0$, $2\,V = 79^0$ wird $\pi = 7^0\ 20'$; für $\delta = 31^0$, $2\,V = 76^0$, $\varepsilon = 27^0$ erhält man $\pi = 6^0\ 45'$, $\mu = 16^0\ 15'$.

Wenn man hingegen statt von der direct gemessenen Neigung der erwähnten Schliffe zu M von der in anderen Schliffen, senkrecht zu P und M, beobachteten Auslöschungsschiefe (26^0) gegen die Trace der Längsfläche ausgehend $\delta = 26^0$ setzt, erhält man bei $\varepsilon = 25^0$ und $2\,V = 78^0$, für $\pi = 5^0\ 28'$ und $\mu = 20^0\ 20'$, welche Zahlen thatsächlich gefundenen Werthen entsprechen.

Aus dem Vorstehenden dürfte wenigstens das Eine ersichtlich geworden sein, dass es eher gelingen könnte, unter Annahme des wahren Axenwinkels aus dem bereits Bekannten die Auslöschungsrichtungen zu bestimmen, als umgekehrt aus ihnen und den zur Zeit noch so mangelhaften Daten über die Lage der Axenebene auf dem Wege der Rechnung die Grösse des Axenwinkels zu finden, dass wir jedoch besser thun, auf eine mathematische Behandlung der optischen Verhältnisse des Labradorites vorläufig noch zu verzichten.

Bytownitreihe[1]) (*Ab*$_1$ *An*$_3$ bis *Ab*$_1$ *An*$_6$).

Im vorigen Abschnitte wurden solche Plagioklase näher besprochen, welche der supponirten Labradormischung *Ab*$_2$ *An*$_3$ nahe kommen, aber noch auf der Seite des Andesins liegen. Dieselben zeigten in der That in ihrem optischen Verhalten noch mehrfache Anklänge an den Andesin, dabei aber wenigstens theilweise bereits die Dispersion des Anorthites.

Im Folgenden sollen jene Mischungen betrachtet werden, welche zwischen dem eigentlichen Labradorit und dem Anorthit stehen und welche daher in die von Tschermak aufgestellte

[1]) Obwohl gerade der Bytownit aus Canada, wie Zirkel nachgewiesen hat, gar kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge aus vorwaltendem Anorthit, Hornblende, Quarz und Magneteisen ist, so liegt doch kein Grund vor, weshalb der Name Bytownit zur Bezeichnung der entsprechenden Plagioklas-Mischungen nicht beibehalten werden könnte.

Bytownitreihe gehören. Solcher Plagioklase sind bisher verhältnissmässig noch wenige bekannt, sei es, weil dieselben wirklich in der Natur selten vorkommende Mischungen darstellen, sei es, weil durch ihre Beschaffenheit und die Art ihres Vorkommens der Nachweis ihrer Existenz nur in seltenen Fällen möglich ist.

So grosses Interesse daher gerade diese Gruppe mit Recht beansprucht, weil hier in den Verhältnissen der Doppelbrechung eine weitere Annäherung an den Anorthit zu erwarten ist, so schwer ist es, aus den angedeuteten Gründen, geeignetes Untersuchungsmaterial zu erhalten.

Durch die Güte und Freundlichkeit des Herrn Prof. G. vom Rath war ich jedoch in Stand gesetzt, die optischen Eigenthümlichkeiten dieser Gruppe in ausreichender Weise kennen zu lernen, und zwar an einem sehr charakteristischen Vertreter derselben, dessen Name aus der Discussion der Feldspathfrage hinlänglich bekannt ist, nemlich dem Plagioklase aus dem Närödal bei Gudwangen am Sognefjord in Norwegen.

Von den zahlreichen Analysen, deren Gegenstand dieser Feldspath bereits gewesen ist, sei hier blos jene vom Herrn Professor E. Ludwig herrührende erwähnt, auf Grund deren Hofrath Tschermak in einer Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften (am 1. Juli 1869) zuerst vorgeschlagen hat, das in Rede stehende Mineral als einen Bytownit zu bezeichnen.

Spec. Gew. nach Tschermak 2·729.

Der zuvor genannte Forscher fand:

SiO_2	48·94	Proc.
Al_2O_3	33·26	„
CaO	15·20	„
Na_2O	3·30	„
	100·60	Proc.

Ausserdem Spuren von Magnesia und Kali, welche auf mikroskopische Einschlüsse zurückgeführt werden. Diese analytischen Daten entsprechen fast genau den für eine Mischung $Ab_1\ An_3$ berechneten Zahlen, wie man sich an Hand der Seite 153 mitgetheilten Tabelle sofort überzeugen kann.

Das mir vorliegende Material stellt ein grobkörniges Gemenge dar, welches zum grössten Theile aus an- und durcheinander ge-

wachsenen grauweissen bis graubraunen Plagioklaskörnern besteht, zwischen denen hie und da Hornblende (bisweilen in nadelförmigen vollkommen ausgebildeten Kryställchen mit Quer- und Längsfläche), sowie Granat, die beide auch als Einschlüsse im Plagioklase sich wiederfinden, eingestreut sind. Der Plagioklas selbst ist mitunter ungemein reich an Einschlüssen, die bald an die der übrigen Labradorite erinnern, bald viel grösser sind und dann durchwegs als farblose, sowohl nadelförmig langgestreckte, als auch kurzgedrungene Kryställchen erscheinen, welche sämmtlich derselben Substanz, vielleicht Hornblende, angehören dürften. Dieser, sowie der weitere Umstand, dass sämmtliche Partien des Feldspathes eine in der mannigfaltigsten Weise ausgebildete Zwillingsstreifung zeigen, erschwert die Untersuchung sehr bedeutend, weil dieselbe zur Vermeidung von Irrthümern bis auf die einzelnen kleinen Bestandtheile des krystallinischen Gemenges sich erstrecken muss. Von einem Farbenspiel auf der Längsfläche konnte nichts wahrgenommen werden. Die Spaltbarkeit erscheint sowohl nach dem rechten als nach dem linken Prisma nur sehr undeutlich.

1. Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte. Die Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen auf der Endfläche wurde an Spaltungsstücken unter Berücksichtigung der Spaltflächenwinkel der vorherrschenden Lamellen bestimmt. Die Auslöschungsschiefe wurde gleichgerichtet mit jener der früher betrachteten Labradorite, also der Trace des linken Prismas in der Lage gegen die Kante P/M entsprechend, ihr Winkel dagegen bedeutend grösser gefunden — ein Resultat, welches den Erwartungen vollkommen entspricht.

Möglichst genaue Messungen im Natriumlicht, ausgeführt mittelst Spaltblättchen nach P mit schmäleren und breiteren Zwillingslamellen des Albitgesetzes, ergaben nämlich — 15^0 36′ einerseits und — 17^0 59′ andererseits. Auf der Längsfläche ist der Winkel der Auslöschungsschiefe ebenfalls negativ im oft besprochenen Sinne, sein Werth nach den Beobachtungen im Natriumlicht — 28^0 40′.

Die sonst noch in Folge beiläufiger Bestimmungen an anderen Spaltungsstücken gefundenen Werthe zeigen ziemlich auffallende Schwankungen, namentlich auf der Endfläche, wo sie sich zwischen — $14{\cdot}5^0$ als Minimum und — 20^0 als Maximum bewegen, während sie auf der Längsfläche zwischen — 27^0 und — 32^0 liegen.

Diese Variationen dürfen nicht lediglich auf Beobachtungsfehler zurückgeführt werden, wenn auch letztere in Folge der mehr oder weniger zähen und meist trüben Beschaffenheit des Materiales sowie der Lage und Dispersionsverhältnisse der optischen Axen hier mitunter ziemlich bedeutend sein können.

Auch scheint das über den Einfluss der Lage der untersuchten Blättchen mit Bezug auf die Axe des Instrumentes beim Labradorit Gesagte hier in noch höherem Grade zu gelten.

Ein Präparat, welches aus einem geeigneten Spaltblättchen durch Abschleifen parallel der Längsfläche gewonnen wurde und dessen Schlifffläche, wie eine nachträgliche Messung vor dem Dünnschleifen ergab, vollkommen in der Zone P/M geblieben und nur gegen die Endfläche der vorherrschenden Albitzwillingslamellen unter einem um 3^0 stumpferen Winkel geneigt war, als ihre zugehörige Längsfläche, gestattete auch an diesem Plagioklase den Nachweis des sogenannten Periklingesetzes und höchst interessante Beobachtungen über die Lage seines rhombischen Schnittes.

Das Periklingesetz tritt auch hier wieder in polysynthetischer Ausbildung auf; doch reichen die Streifen nur stellenweise vom Seitenrande des Präparates bis in die Mitte hinein, wenige durchziehen die ganze Länge desselben, vermuthlich dort, wo umgekehrt das Albitzwillingsgesetz weniger gleichförmig zur Durchführung gekommen ist.

Die Streifung ist gegen die Kante P/M geneigt, und zwar in gleichem Sinne wie die Auslöschungsschiefe der zugehörigen Partien, die wieder in gleicher Weise wie die Auslöschungsschiefe der Hauptmasse, jedoch unter einem bedeutend kleineren Winkel, gegen die genannte Kante orientirt ist.

Die Grösse dieser Winkel, insbesondere desjenigen zwischen Streifen und Kante, konnte blos auf indirectem Wege, aus der Differenz der für den Eintritt des Maximums der Dunkelheit in der Hauptmasse gefundenen Werthe genauer bestimmt werden, indem einmal von der Trace der basischen Spaltbarkeit, das andere Mal von der Streifungsrichtung ausgegangen wurde.

Aus den an verschiedenen Stellen der Platte, oben und unten wiederholten Beobachtungen ergaben sich als die wahrscheinlichsten folgende Mittelwerthe: Gesetzt, dass bei 0^0 der Faden des Oculars mit der Kante P/M übereinstimmt, so fällt derselbe bei $8{\cdot}8^9$ mit

der Streifung, bei 20·3° mit der Auslöschungsschiefe der schmalen Lamellen, bei 29·7° mit derjenigen der Hauptmasse zusammen, wofern das Präparat in stets gleichem Sinne in seiner Horizontalebene gedreht wird.

2. Die Beobachtungen im convergenten polarisirten Lichte liefern nicht nur den besten Commentar für die Abweichungen des Verhaltens im parallelen Lichte gegenüber den anderen Labradoriten, sondern sie zeigen auch deutlicher noch als jene eine unverkennbare Annäherung an die Verhältnisse des Anorthites.

Ein Blick auf die beiden Interferenzbilder Fig. 6 *a* und Fig. 6 *b*, Tafel II, welche der rechten Längsfläche und oberen Basisfläche des orientirten Krystalles entsprechen, wird diesen Uebergang anschaulicher machen, als blosse Worte. Ich beschränke mich daher darauf aufmerksam zu machen, dass in den Spaltblättchen parallel der Längsfläche der Verlauf der Axenebene nur mehr spurenweise sichtbar ist und die Lemniskaten fast ganz verschwinden, während die vordere Axe, trotzdem der eigentliche Axenpunkt noch immer ausserhalb liegt, mehr gegen die Mitte gerückt erscheint und mit der einen Hälfte ihrer Ringe den grössten Theil des Gesichtsfeldes ausfüllt.

Die Interferenzerscheinungen geeigneter Spaltblättchen parallel der Endfläche sind ferner von den soeben beschriebenen nicht mehr wesentlich verschieden; denn wenn man auch sofort merkt, dass die optische Axenebene gegen die Längsfläche noch immer stärker geneigt ist, als gegen die Endfläche selbst, so erscheint doch letzterer Winkel gegenüber den früher betrachteten Labradoriten bereits in bedeutender Zunahme begriffen.

Versuche mit der Quarzplatte lassen vermuthen, dass die zu den beiden durch die Curven angedeuteten Axen gehörige Mittellinie auch hier im stumpfen Winkel der Flächen *P* und *M* liegt und mit der Axe der kleinsten Elasticität zusammenfällt, sich also positiv verhält. Die genauere Verfolgung dieser Verhältnisse, insbesondere das Studium der Dispersion, sowie die Messung des Axenwinkels scheiterte an der Ungunst des Materiales, namentlich an dem Mangel grösserer einheitlicher Partien.

Dagegen konnte ich die oben geschilderten optischen Eigenthümlichkeiten des Bytownites aus dem Närödal an einem unter

der Etiquette „Anorthit von Volpersdorf“ in der Institutssammlung befindlichen Stücke sämmtlich wiederbeobachten.

Mit den Plagioklasen, welche in der Gegend von Neurode und Volpersdorf in Schlesien vorkommen, haben sich mehrere Forscher bereits ziemlich eingehend beschäftigt. So G. vom Rath, A. Streng[1]), gleichzeitig M. Websky[2]), zuletzt H. G. Rose[3]). Prof. Websky, dem unter Anderem auch bestimmbare Krystalle zu Gebote standen, gelangte auf Grund seiner Beobachtungen (wie Messung der Spaltflächenwinkel, Studium der Zwillingsverwachsungen etc.) zu dem Resultate, dass der mit braunen und grünen augitartigen Mineralen und Serpentin vorkommende weisslichgraue Feldspath dem Anorthit zuzurechnen sei, oder doch dieser Species näher stehe, als dem Labrador. A. Streng hat in seiner citirten Schrift namentlich den Umstand hervorgehoben, dass zwichen dem aus Serpentin und Anorthit bestehenden Serpentinfels und dem aus Augitmineralen und eigentlichem Labrador bestehenden Gabbro sich zahlreiche Uebergänge finden und die Ansicht ausgesprochen, dass ebensolche Uebergänge auch für die darin enthaltenen Plagioklase wahrscheinlich seien, indem die l. c. S. 257 angeführten Analysen des feldspathigen Bestandtheiles im Serpentinfels in die Nähe der Mischungen $Ab_1\ An_6$ verweisen, während eine solche des Plagioklases aus einem Uebergangsgesteine (S. 266 und 267) bis auf eine etwas grössere Differenz im Thonerdegehalt mit der eben betrachteten Mischung $Ab_1\ An_3$ fast vollständig übereinstimmt.

So scheint auch der mir vorliegende, von Diallag, Serpentin und etwas Magneteisen begleitete Plagioklas ein Bytownit zu sein.

In Uebereinstimmung damit stehen die auf zahlreichen Spaltblättchen parallel der Endfläche zwischen — 11° im Minimum und — 17·5° im Maximum schwankenden Werthe der Auslöschungsschiefe, welche in Spaltblättchen nach der Längsfläche zu — 25·5° bis — 30° gefunden wurde. Auch der Anblick der Spaltblättchen im convergenten Lichte ist ein ganz ähnlicher wie vom Plagioklas aus

---

[1]) Bemerkungen über den Serpentinfels und den Gabbro von Neurode in Schlesien. Neues Jahrb. f. Min. etc 1864, S. 257.

[2]) Ueber Diallag, Hypersthen und Anorthit im Gabbro von Neurode in Schlesien. Z. d. d. geol. Ges. 1864, S. 530.

[3]) Ueber die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. I. Abth. Z. d. d. geol. Ges. 1867, S. 275.

dem Närödal. In einem Schliffe konnten wenigstens an der einen (vorderen) Axe die der positiven Mittellinie entsprechenden Dispersionserscheinungen, welche auf $\rho > \upsilon$ verbunden mit nur schwacher gekreuzter Dispersion hindeuten, beobachtet werden. Unter den von M. Websky bereits beschriebenen Zwillingsverwachsungen scheint die Vereinigung von nach dem Albitgesetz verzwillingten Partien in einer dem Karlsbader Gesetze entsprechenden Stellung besonders häufig vorzukommen, wobei die Längsfläche als Berührungsebene fungirt und in dieser Eigenschaft sich öfter wiederholen kann.

Zu dieser Gruppe von Plagioklasen scheinen ferner die von G. vom Rath in seinem so oft erwähnten Aufsatze „über das Periklingesetz“ S. 169 etc. nach Form und Zwillingsbildung ausführlich besprochenen Labradoritkrystalle aus dem Trachyte von Vischegrad bei Gran zu gehören, wie aus seiner an gleicher Stelle mitgetheilten Analyse hervorgeht. Um so mehr Beachtung verdient es daher, dass derselbe Forscher an ihnen ausser dem (gewöhnlich vorherrschenden) Gesetze: „Zwillingsaxe die Verticale“ und dem Gesetze: „Zwillingsaxe die Normale zu *M*“ gleichzeitig auch das Kennzeichen der Zwillingsbildung „parallel der Makrodiagonale“, nemlich eine stumpfe einspringende Kante auf der Längsfläche beobachtet hat, welche (wie beim Bytownit) steiler nach vorne neigt als die Kante P / M, und dass auch ihr Winkel mit der Brachyaxe, welcher von ihm angenähert zu 10° geschätzt wurde, mit der oben angeführten Zahl so nahe übereinstimmt.

Anorthit *(An)*.

Um die vergleichende Behandlung der optischen Eigenschaften der Kalknatronfeldspathe zum vollständigen Abschlusse zu bringen, bleibt nur noch das Verhalten des Anorthites näher zu betrachten, dessen Studium nicht blos deshalb ein ganz besonderes Interesse darbietet, weil er das Endglied jener Reihe darstellt, sondern noch weit mehr aus dem Grunde, weil die Verhältnisse sich hier am meisten vom monoklinen Typus entfernen, so dass sie bis heute auch am unvollständigsten bekannt waren.

Unter den in der Natur vorkommmenden Feldspathen darf der Anorthit vom Vesuv wohl mit Recht als der beste Repräsentant

des reinen Kalkfeldspathes angesehen werden. Dies beweist unter andern auch schon die Analyse von Abich, welcher in demselben Minerale bei einem spec. Gewichte von 2·763 die folgende Zusammensetzung fand [1]):

SiO_2	43·96	Proc.
Al_2O_3	35·30	„
Fe_2O_3	0·63	„
CaO	18·98	„
MgO	0·45	„
Na_2O	0·47	„
Ka_2O	0·39	„
	100·18	Proc.

Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist in diesem Falle nahezu vollständig, wie aus der oben mitgetheilten Tabelle hervorgeht. Das erwähnte Vorkommen wurde daher zuerst untersucht. Das Material dazu lieferte ein in der Institutssammlung befindlicher schöner Auswürfling von der Somma, welcher in den Höhlungen eines krystallinisch körnigen Aggregates von grünem Augit und dunklem Glimmer theils wohlausgebildete, wasserhelle, stark glänzende Krystalle von der bekannten Form und glasigem Aussehen, theils weissliche, halbdurchsichtige krystallinische Massen von Anorthit in ziemlicher Grösse und reichlicher Menge enthält.

Die Spaltbarkeit liess sich nur in beschränktem Masse zur Herstellung von Präparaten verwenden, weil das vesuvische Mineral häufig eine so auffallend glasige Beschaffenheit besitzt, dass es gleich dem Sanidin mit Vorliebe nach schnell entstandenen, unregelmässigen Sprüngen [2]) in Körner zerfällt, sobald man es zu spalten versucht. Auch sind die so erhaltenen Spaltflächen meist sehr uneben und rissig.

Es erwies sich schliesslich noch als das Vortheilhafteste, von natürlichen Krystallflächen auszugehen und durch Abspalten parallel denselben flach tafelförmige Stücke nach P und M darzustellen,

---

[1]) Siehe Tschermak's Chemisch-mineralogische Studien, I. Feldspathgruppe, S. 26.

[2]) Vielleicht spielt dabei auch die von G. vom Rath seinerzeit betonte Spaltbarkeit nach der Fläche u eine Rolle.

welche wenigstens auf einer Seite vollkommen eben waren, auf die sie dann aufgelegt werden konnten.

Da ferner zwischen dem optischen Verhalten auf der Längs- und Endfläche ein äusserst geringer Unterschied existirt, so erforderte die genaue Feststellung desselben die grösste Vorsicht und konnte demgemäss nur an krystallographisch vollkommen orientirbaren Präparaten mit Sicherheit vorgenommen werden.

An den mir vorliegenden Proben findet sich Zwillingsbildung (im Gegensatze zu den früher mitgetheilten, namentlich an den Spaltungsstücken aller eigentlichen Plagioklase gemachten Beobachtungen) überhaupt recht selten ausgesprochen. Die polysynthetische Ausbildung des Albitzwillingsgesetzes insbesondere, sonst für das Aussehen der Endflächen so charakteristisch, erscheint hier nur zuweilen durch sehr feine linienförmige Einlagerungen parallel der Kante P/M auf der Basisfläche im Uebrigen ganz einfacher Krystallindividuen angedeutet. Die Lamellen, denen sie entsprechen, sind dabei so fein, dass ihre Auslöschung in der Regel sich gar nicht bestimmen lässt. Durch das Vorhandensein einfacher Individuen wird nun die Untersuchung selbst allerdings vereinfacht, durch das Fehlen jeder Zwillingsbildung jedoch die Orientirbarkeit der Präparate umgekehrt erschwert. Aus den angeführten Gründen mussten die letzteren hauptsächlich Krystallen entnommen werden, deren wichtigste Flächen am Goniometer zuvor bestimmt worden waren.

1. Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte.

Sowohl auf der Endfläche als auf der Längsfläche des Anorthites erscheinen die beiden um 90° von einander verschiedenen Hauptschwingungsrichtungen mitunter fast gleich geneigt gegen die Kante zwischen P und M. Trotzdem kann auch hier noch immer von einer derselben Kante näher liegenden Auslöschungsschiefe gesprochen werden, weil der Winkel der einen Hauptschwingungsrichtung des polarisirten Lichtes mit der Brachydiagonale stets etwas unter 45° bleibt, während jener der anderen um ebenso viel über 45° sich erhebt.

Die Erscheinungen im convergenten Lichte beweisen, dass die kleinere Auslöschungsschiefe auf P und auf M diejenige ist, welche wir bei allen übrigen Plagioklasen gleichfalls stets in Betracht ge-

zogen haben, nemlich jene, welche der Trace der Axenebene auf den betreffenden Flächen am nächsten kommt.

Zahlreiche Beobachtungen, ausgeführt an solchen Präparaten, welche einerseits von natürlichen Krystallflächen, andererseits von Spaltflächen begrenzt waren, erwiesen übereinstimmend für diese Auslöschungsschiefe eine ähnliche Orientirung wie bei den Labradoriten und den Bytowniten insbesondere, also im Sinne der Trace des linken Prismas auf *P* und der langen Diagonale des von den verticalen und horizontalen Kanten gebildeten schiefwinkligen Parallelogrammes auf *M*. Möglichst genaue Messungen ihres mithin stets negativen Winkels ergaben seinen Werth im Natriumlicht zu — 36° 37′ und — 37° 22′ auf *P*, zu — 38° und — 39° 44′ auf *M*, so dass dieselbe auf beiden Flächen nahezu gleiche Lage besitzt.

Die in Folge beiläufiger Bestimmungen an anderen Präparaten, namentlich Spaltungsstücken, sonst noch gefundenen Werthe zeigen ziemlich bedeutende Schwankungen von 36° bis 42° auf *P*, von 37° bis 43° auf *M*.

Doch ist es keineswegs nothwendig, aus diesen Schwankungen auf eine Verschiedenheit in der Lage der optischen Elastizitätsaxen der untersuchten Stücke zu schliessen; vielmehr lassen sich dieselben leicht unter der Voraussetzung erklären, dass der Winkel der optischen Axen im Anorthit etwas variabel sei, abgesehen davon, dass schon eine geringe Abweichung der Oberfläche des Präparates von einer zur Verticallinie des Instrumentes senkrechten Ebene vermöge des äusserst unsymmetrischen Austrittes der optischen Axen gegenüber der Plattenormale das Resultat der Beobachtung möglicherweise bedeutend beeinflusst.

Hier sei auch des Vorkommens von Zwillingsbildungen nach dem Gesetze: „Zwillingsaxe die Makrodiagonale“ mit einigen Worten gedacht.

Am vesuvischen Kalkfeldspathe hat bekanntlich G. vom Rath, welcher sich um unsere Kenntniss der Krystallformen und Zwillingsbildungen dieses Minerales insbesondere so grosse Verdienste erworben, die ersten Beobachtungen darüber gemacht [1]), dass die incongruenten Ränder der Flächen *M* zweier nach diesem Gesetze

[1]) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 138, Hft. 3, S. 454 u. f.

verbundener und parallel P übereinander liegender Individuen in einer schiefen Kante, der sogenannten „Ueberwachsungskante“ sich ausgleichen, welche steiler nach abwärts neigt als die Kante P/M. Der Winkel dieser Zwillingslinie mit der erwähnten Kante wurde von ihm l. c. S. 455 aus den Axenelementen des Anorthites (resp. der Neigung $P : M$ 85° 50′ und der Divergenz der Brachyaxen von 2° 23′) zu 16° 53″ berechnet, nach Messungen an den Zwillingskrystallen selbst, übereinstimmend damit, zu 16° 2′ gefunden.

In zwei weiteren Aufsätzen [1]) hat derselbe Forscher nicht blos nachgewiesen, dass diese schiefen Ueberwachsungskanten in den meisten Fällen jener Ebene angehören, nach welcher die besprochenen Zwillingskrystalle sehr häufig miteinander verwachsen, und dass diese Ebene, die Ebene des sogenannten rhombischen Schnittes, der Rechnung zufolge mit einer Domenfläche $\frac{3}{7}\,'\overline{P}'\,\infty$ beim Anorthite zusammenfällt, sondern zugleich die Identität dieser Zwillingsbildung mit der nach dem sogenannten Periklingesetze constatirt.

Obzwar sich unter dem von mir untersuchten Materiale eigentliche Zwillingskrystalle nach dem vom Rath'schen Gesetze nicht fanden, so waren doch in mehreren Präparaten nach M feine Einlagerungen zu bemerken, welche in ihrer Richtung der Trace des rhombischen Schnittes geradezu entsprechen [2]), indem sie, gleichsinnig gegen die Kante P/M geneigt wie die Auslöschungschiefe der Hauptmasse, mit jener Kante einen Winkel von ungefähr 15° einschliessen, und welche daher einer Art polysynthetischer Ausbildung desselben Zwillingsgesetzes ihre Entstehung verdanken mögen.

In dickeren Präparaten erscheinen dieselben in der Regel als weisse Streifen, die gar keine Auslöschung geben, was leicht begreiflich wird, sobald sie nicht durch die ganze Dicke des Präparates hindurchgehen, so dass anders orientirte Partien der Hauptmasse darüber und darunter zu liegen kommen. Beim Dünnschleifen

---

[1]) Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 147, St. 1, S. 22 und in der mehrfach citirten Abhandlung über das Periklingesetz.

[2]) Dergleichen feine Zwillingslamellen hat auch G. vom Rath bereits beobachtet und darüber l. c. mitgetheilt.

solcher Stücke verschwinden daher die meisten der Streifen; nur die wenigen, welche in der Ebene des Schliffes liegen, bleiben zurück und diese löschen, soweit es sich bestimmen lässt, im gleichen Sinne mit der Hauptmasse, aber unter einem ca. 10^0 kleineren Winkel gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit aus.

2. Untersuchung im convergenten Lichte.

Wenn man geeignete Präparate nach *P* und *M* unter den Nörremberg'schen Polarisationsapparat bringt, dann bekommt man hier wie dort das vollständige Bild einer optischen Axe zu sehen, mit den zugehörigen Ringen, deren Mittelpunkt in Präparaten nach *M* sehr nahe am Rande des Gesichtsfeldes liegt, in solchen nach *P* ein klein wenig mehr gegen die Mitte des Gesichtsfeldes gerückt erscheint. Von Lemniskaten ist keine Spur zu sehen, so dass aus der blossen Beobachtung dieser Interferenzerscheinungen an und für sich ein Schluss auf die Lage der optischen Axenebene noch nicht möglich wäre.

Auch in der bisherigen Literatur fanden sich über die krystallographische Orientirung der optischen Elastizitätsaxen im Anorthite nur die wenigen unzureichenden Daten, welche Des Cloizeaux in seinem ersten Mémoire, S. 11 veröffentlicht hat. Dieselben beschränken sich auf die Angabe, dass Platten, welche zur spitzen Bissectrix und zur Axenebene annähernd senkrecht stehen, ungefähr unter Winkeln von 124^0 53′ gegen *P*, 127^0 15′ gegen *M* und 96^0 50′ gegen das linke Prisma geneigt seien, sonach die scharfe Kante *P*/*M* abstumpfen müssen, durch einen Schliff, welcher gegen den hinteren spitzen Körperwinkel der Primitivform eine sehr schiefe Lage besitzt. Ausserdem hat Des Cloizeaux mit Hilfe solcher Schliffe den Charakter der 1. Mittellinie als negativ bestimmt und an einer guten Platte aus einem Krystalle von der Somma auch den ihr anliegenden Axenwinkel in Oel zu $2Ha = 84^0$ 50′ f. roth, 85^0 24′ grün, 85^0 59′ blau gemessen und danach die gewöhnliche Dispersion $\rho < \upsilon$ neben starker geneigter constatirt, gleichzeitig auch die Aehnlichkeit dieser Dispersionserscheinungen jenen gegenüber hervorgehoben, welche man um die positive Mittellinie des Albites beobachtet. Allein unter Berücksichtigung des Umstandes, dass gerade das Verhalten um die positive Mittellinie sich bisher als der rothe Faden erwiesen hatte, welcher sich durch die ganze Reihe der Plagioklase hindurchzieht, mussten diese Daten

als für eine vergleichende Betrachtung noch keineswegs ausreichend erscheinen und vor Allem danach gestrebt werden, die Lage der positiven Mittellinie, welche hier nach dem Vorstehenden mit der Mittellinie des stumpfen Axenwinkels zusammenfällt, kennen zu lernen.

Ein Rückblick auf die über den Albit und alle folgenden Plagioklase hier vorausgeschickten Mittheilungen zeigt uns die Elastizitätsaxe c überall fast genau in der Zone *P*/*M* gelegen, dabei aber vom Anfangsgliede der Reihe an in stetiger Wanderung von unten nach aufwärts begriffen, so dass sich unwillkürlich die Ueberzeugung aufdrängt, dass sie auch im Anorthite eine ähnliche Lage besitzen werde, die sich von derjenigen im Labradorite speziell nur durch einen grösseren Abstand von der Plattennormale auf *M* unterscheiden werde und es ist wohl der beste Beweis für die Richtigkeit der hier vertretenen Anschauungsweise, dass diese auf Grund der Tschermak'schen Theorie gezogene Schlussfolgerung sich vollständig bewahrheitet hat.

Wenn man nemlich die beiden oben beschriebenen Interferenzbilder unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, nachdem man ihre Lage im orientirt gestellten Krystalle fixirt hat, dann wird sofort klar, dass sie zwei verschiedenen Axen angehören, von denen die eine am linken Rande der Fläche *M* mehr nach unten zu, die zweite auf *P* ungefähr in der Mitte des Hinterrandes auszutreten scheint, dass sonach die dazwischen liegende Mittellinie, welche nach den Versuchen mit der Quarzplatte sich als positiv erweist, gegen die stumpfe Kante *P*/*M* gerichtet ist, weshalb man letztere durch einen Schliff würde abstumpfen müssen, um senkrecht auf dieselbe zu kommen. Die in gleicher Weise wie alle früheren angefertigten Figuren 7*a* und 7*b*, Tafel II, werden unmittelbar darthun, dass die Verhältnisse des Anorthites sich von denen der Labradorite und speziell der Bytownite nur insoferne unterscheiden, als hier die Axenpunkte zum ersten Male wirklich sichtbar sind, während umgekehrt die Lemniskaten gänzlich verschwinden.

Daraus, dass die Interferenzerscheinungen auf *P* und *M* einander fast ganz analog sind, lässt sich weiter vermuthen, dass die positive Mittellinie gegen *P* und *M* ebenfalls nahezu gleich geneigt sein werde. In der That schliesst ein von mir nahezu vollständig

senkrecht auf die positive Mittellinie hergestelltes und nur wenig von einer zur Axenebene senkrechten Ebene abweichendes Präparat [1]) mit der Fläche P einen Winkel von 135° 55', mit M 138° 13', mit dem linken Prisma $(\bar{1}10)$ 92° 35' ein. Wenn man bedenkt, dass der Schliff über der stumpfen Kante von P und M angefertigt wurde, und wenn man ferner die Winkel vergleicht, welche die Fläche e mit den angeführten Flächen einschliesst und die nach Kokscharow [2]) für $e : P = 137° 21'$, für $e : M = 136° 49'$, $e : \bar{1}10 = 94° 7'$ betragen, so wird es mehr als wahrscheinlich dass die positive Mittellinie geradezu senkrecht zur eben genannten Krystallfläche austritt. In dem erwähnten Präparate (S) beträgt die der Axenebene entsprechende Auslöschungsschiefe 60° und ist von links oben nach rechts unten gerichtet, wofern die Kante S/M zur Rechten, die Kante P/S zur Linken des Beschauers liegt.

Nach dem Vorstehenden liesse sich die Lage der optischen Axenebene mit Bezug auf die Krystallform beim Anorthit viel einfacher als bei gewissen Mittelgliedern und ebenso genau mindestens wie bei allen übrigen triklinen Feldspathen angeben. Dieselbe steht nemlich auf der Fläche e nahezu oder genau senkrecht, ihre Trace schliesst mit der Kante zwischen P und e einen Winkel von 60° ein und ist dabei von links hinten und oben nach rechts vorn und unten gerichtet, wenn man den orientirten Krystall von vorne her betrachtet.

Danach sind ferner eben so leicht Platten zur Beobachtung der positiven Mittellinie zu erhalten, wofern Krystalle etwa von der Form, welche G. vom Rath l. c. S. 34 als fünfte Varietät beschrieben und auf Tafel II. in Fig. 6 abgebildet hat, zu Gebote stehen, kurz solche, an denen die Fläche e vorherrschend ausgebildet ist.

Leider ist zwar die Fläche n sehr häufig als breite, dagegen die Fläche e in der Regel nur als sehr schmale Abstumpfung der Kanten P/M vorhanden. Jedoch selbst ein mit Hilfe einer so schmalen Fläche gewonnenes weiteres Präparat, welches allerdings vermuthlich weder vollständig in der Zone P/M geblieben, noch genau parallel zu der Fläche e ausgefallen ist, gestattet

---

[1]) Die Axenebene schliesst ungefähr einen Winkel von 4° mit der Plattennormale ein, während die zweite Mittellinie nur 1° aus der durch die Plattennormale zur Trace der Axenebene senkrecht gelegten Ebene austritt.

[2]) Materialien zur Mineralogie Russlands, Bd. IV., S. 200 u. f.

noch ganz gut die Beobachtung der positiven Mittellinie, wenn es auch nicht so genau dazu senkrecht steht.

Aus der Auslöschungsschiefe auf der Fläche *e* resp. auf *S* lässt sich die Trace der Axenebene auf *P* und *M* berechnen; man überzeugt sich, dass dieselbe auf *P* der Trace des linken Prismas nahezu parallel läuft, indem sie mit der Kante *P*/*M* einen Winkel von ungefähr 66° 27′ einschliesst, auf *M* gleichfalls im Sinne der kleineren Auslöschungsschiefe (also von rechts oben nach links unten) verläuft und hier unter beiläufig 67° 27′ gegen dieselbe Kante geneigt ist.

Man kann danach leicht die Präparate in die 45°-Stellung bringen und so die an den optischen Axen auftretenden Dispersionserscheinungen auf der End- und Längsfläche gesondert beobachten.

In Uebereinstimmung mit den an Platten senkrecht zur positiven Mittellinie wahrgenommenen Erscheinungen zeigte sich starke gewöhnliche Dispersion $\rho > \upsilon$, dagegen von allen übrigen Dispersionen so geringe Spuren, dass sie mit Sicherheit nicht angegeben werden können. Zu der betreffenden Figur 4, Taf. III. ist daher nichts weiter zu bemerken. Der Axenwinkel in Glas wurde im Schneider'schen Apparat zu 110° 6′, in Oel im v. Lang'schen Axenwinkelapparat zu 114° 10′ für rothes und 114° 47′ für grünes Licht gemessen, woraus im Einklange mit den von Des Cloizeaux um die negative Mittellinie gemachten Beobachtungen ebenfalls hervorgeht, dass der positive Axenwinkel vom Labradorit angefangen gegen den Anorthit hin wieder zunimmt.

Während nun die krystallographische Orientirung der Elastizitätsaxe c im Anorthit auf sehr einfache Weise sich ausdrücken lässt, findet betreffs der Lage der Elastizitätsaxe a eher das Gegentheil statt. Daher sind auch Platten senkrecht zur letzteren, d. i. zur negativen Mittellinie, bei der Kleinheit des Materiales noch viel schwieriger darzustellen, als diejenigen, welche die Beobachtung der ersteren zum Zwecke haben. Die von mir angefertigten Schliffe sind leider sämmtlich zu schief gegen die Axenebene ausgefallen, als dass es möglich gewesen wäre, die Axenebene mit Hilfe des Schneider'schen Apparates vollständig vertical zu stellen und den Axenwinkel selbst zu messen, wenngleich das negative Verhalten der ersten Mittellinie, sowie das Vorhan-

densein starker Dispersion $\rho < \upsilon$ um dieselbe an ihnen recht gut wahrnehmbar ist.

Ausser dem vesuvischen Anorthite wurde auch noch das schon an und für sich höchst merkwürdige und insbesondere wegen der Pseudomorphosen von Fassait nach Monticellit, welche in der Regel die Unterlage der Plagioklaskrystalle bilden, allgemeiner bekannt gewordene, in krystallographischer und chemischer Hinsicht vor nicht langer Zeit von G. vom Rath[1]) ausführlich beschriebene Vorkommen auf der Contactlagerstätte der Pesmeda-Alpe in Südtirol einer eingehenden optischen Untersuchung unterzogen, durch deren Ergebniss die oben mitgetheilten Thatsachen nicht nur vollkommen bestätiget, sondern auch vielfach ergänzt werden.

Dass auch hier eine Mischung vorliegt, welche dem reinen Kalk-Feldspath ziemlich nahe kommt, geht aus den folgenden Analysen hervor, welche G. vom Rath l. c. darüber mitgetheilt hat.

G. vom Raths Analysen des Anorthites von Pesmeda.

I.

SiO_2	= 41·18	Procent
Al_2O_3	= 35·55	„
CaO	= 19·65	„
Wasser	= 2·77	„
	99·15	Procent

II.

Spec. Gewicht = 2.686

SiO_2	= 40·17	Procent
Al_2O_3	= 33·51	„
CaO	= 21·56	„
Wasser	= 4·66	„
	99·90	Procent

Auf Nachweis oder Bestimmung des Natrons war die Untersuchung nicht gerichtet. Die mit I. bezeichnete Analyse betrifft

[1]) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1875, XXVII Bd. Beiträge zur Petrographie II. Ueber die Gesteine des Monzoni, S. 392 u. f. Desgleichen in seinem in der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde am 8. März 1875 gehaltenen Vortrag „Ueber den Monzoni in Südtirol“, S. 41 etc.

einen lichtfleischrothen, im Innern mit Bezug auf Härte und Spaltbarkeit noch ziemlich frisch erscheinenden, von Chabasit als secundärer Bildung begleiteten Anorthit, während II. sich auf einen weissen, augenscheinlich schon sehr in der Verwitterung vorgeschrittenen Anorthit bezieht. Doch ist das wohl nicht so gemeint, als ob die röthlich gefärbten durchwegs frischer seien, als die weissen Krystalle dieses Vorkommens, indem unter dem mir vorliegenden Materiale wenigstens bald das eine, bald das andere der Fall ist. Nach Abzug des Wassers erhielt derselbe Forscher bei Umrechnung seiner Analysen auf 100 aus I:

42·73 Pct. SiO_2, 36.88 Pct. Al_2O_3 und 20·39 Pct. CaO,

Zahlen, welche von der dem reinen Kalkfeldspath zukommenden procentischen Zusammensetzung von:

43·0 Pct. SiO_2, 36·9 Pct. Al_2O_3 und 20·2 Pct. CaO

nur wenig abweichen.

Die Krystalle sind in Folge der mehr oder weniger vorgeschrittenen Verwitterung, die schon in den Analysen, noch deutlicher aber im Dünnschliffe zum Ausdruck kommt, fast durchwegs nicht blos an ihrer Oberfläche matt und rauh und mitunter von einem körnigen Aggregat von Chabasit überzogen, wodurch der krystallographischen Deutung ihrer Formen ziemliche Schwierigkeiten erwachsen, sondern auch im Innern von Zersetzungsproducten, namentlich aber von feinen Adern, stellenweise selbst grösseren, unregelmässig eingelagerten Partien von Calcit reichlich erfüllt und durchzogen, wodurch insbesondere ihre Spaltbarkeit sehr beeinträchtigt wird. Dazu kommt noch ein anderer Umstand, der später ausführlich besprochen werden wird. Trotz aller aufgewandten Mühe gelang es daher leider nicht, Spaltungsstücke zu erhalten, welche zur optischen Untersuchung brauchbar gewesen wären, indem selbst die dünnsten und klarsten darunter wegen der noch immer trüben weisslichen oder röthlichen Beschaffenheit des Materiales nur eine stark undulöse Auslöschung zeigten. Somit musste von der für gewöhnlich befolgten Methode hier abgegangen und die Untersuchung fast ausschliesslich auf die Beobachtung von gut orientirten Schliffpräparaten beschränkt werden.

Bei Herstellung derselben wurden hauptsächlich solche Krystalle verwendet, an denen die betreffenden Flächen, denen die Schliffe parallel sein sollten, in verschiedener Weise ausgebildet waren.

Die zahlreichen, behufs richtiger Deutung der in Verwendung gezogenen Krystalle vorgenommenen Winkelmessungen, welche sich natürlich nur auf die häufigsten der von G. vom Rath l. c. in Folge etwa 100 annähernder Bestimmungen durch aufgelegte Glastäfelchen am Anorthit von Pesmeda entdeckten Flächen beziehen, ergaben u. a. durch directe Beobachtung die Winkel $P : p = 126^{0}\ 13'$, $P : n$ (mit Glastäfelchen) $= 133^{0}\ 50'$, $P : y = 98^{0}\ 50'$, $P : l = 114^{0}\ 5'$, $P : T = 111^{0}\ 15'$, $P : M = 85^{0}\ 46'$, resp. $94^{0}\ 14'$.

So wenig die Unvollkommenheiten seiner zahlreichen Messungen und der Flächenbildungen G. vom Rath einen Schluss auf etwaige Winkeleigenthümlichkeiten dieses Vorkommens gestatteten, so wenig wäre ein solcher Schluss schon aus den vorstehenden Angaben allein berechtigt. Dagegen dürften sich vielleicht aus ihnen im Vereine mit einigen über gewisse Zwillingsbildungen noch mitzutheilenden Beobachtungen die nöthigen Anhaltspunkte ergeben, darüber ein Urtheil auszusprechen. Immerhin erscheint es jedoch erwähnenswerth, dass gerade die vier letzten Winkel, welche sich am genauesten bestimmen liessen, mit den analogen des vesuvischen Minerales eine ziemlich auffallende Aehnlichkeit besitzen.

Die Herstellung der Präparate bot überdies vielfach Gelegenheit, die grosse Mannigfaltigkeit in der Formenentwicklung des Anorthites von Pesmeda näher zu studiren.

Am häufigsten erscheinen die Krystalle langgestreckt nach der Makrodiagonale, wobei namentlich die Flächen P und y stark vorherrschen.

Sind diese beiden Flächen gleich stark ausgebildet, dann stellen die Individuen im Grossen und Ganzen fast rechtwinklige Parallelepipede dar, welche die Längsflächen zur Basis haben und an denen die Prismenflächen T und l und die Pyramidenflächen o und p nur als dreieckige Abstumpfungen jener Ecken auftreten, in denen die erwähnten drei Flächen P, y und M zusammenstossen. Das ungewöhnliche Aussehen solcher Krystalle, das in der That oft gar nicht an Anorthit erinnert, hat G. vom Rath gleichfalls in Wort und Bild bereits hervorgehoben.

Dieselben sind entweder längs einer der beiden die Makrodiagonale enthaltenden Flächen oder, fast noch häufiger, auf einer von den M-flächen aufgewachsen. Dazu kommt noch, dass sich oft

eine Anzahl solcher Individuen zu einem ganzen Krystallstock vereinigen, an dem sämmtliche der Makrodiagonale parallele Kanten die gleiche Richtung zu besitzen scheinen. Ob dabei die einzelnen Krystalle genau parallel gestellt sind, oder vielleicht in einer anderen gesetzmässigen Stellung sich befinden, liess sich bei den Unvollkommenheiten ihrer Oberflächen nicht mit Sicherheit ermitteln.

Bei dem Umstande, dass sowohl die Trace der basischen Spaltbarkeit auf y, als diejenige nach M auf P schon oberflächlich meist in Form von Rissen erkennbar ist, welche einerseits der Makrodiagonale, andererseits der Brachydiagonale in der Richtung entsprechen, sollte man glauben, dass wenigstens an diesem häufigsten Typus die Deutung der vorherrschenden Flächen schon auf Grund blosser Betrachtung möglich sei.

Allein selbst hier ist noch grosse Vorsicht nöthig, denn es finden sich bisweilen Krystalle, welche in ihrem Aeusseren den eben beschriebenen vollkommen gleichen, an welchen jedoch, wie die nähere Untersuchung ergibt, eine Längsstreckung parallel der verticalen Kante stattgefunden hat, so dass jetzt die Flächen M und y gleich stark vorherrschen, während P und M sozusagen ihre Plätze vertauscht haben.

Ein dritter am Anorthit von Pesmeda ebenfalls ziemlich häufig beobachteter Typus entsteht dadurch, dass das Wachsthum nach der Makrodiagonale und nach der Verticalaxe gleichzeitig stärker fortschreitet als nach der Brachydiagonale, wobei von den Flächen P, M und y nur die letzte vorherrschend entwickelt ist. Das eigenthümliche Aussehen solcher parallel y tafelförmiger Krystalle wird noch dadurch erhöht, dass selbstverständlich an ihnen beispielsweise die Combinationskanten T/n und T/o [1]) der Flächen n bedeutend stärker entwickelt sind als die Kanten zwischen n und den beiden Endflächen, während man beim Anorthit gewöhnlich das Gegentheil zu sehen bekommt.

Sonst wurde tafelförmige Ausbildung auch noch parallel der Längsfläche, niemals aber solche parallel der Endfläche beobachtet. Es scheint überhaupt für dieses Anorthitvorkommen charakteristisch zu sein, dass hier die bei den Plagioklasen sonst so häufige Längsstreckung der Kanten nach einer der Brachydiagonale resp. der

[1]) Siehe Z. d. d. geol. Ges. 1875 die Figur S. 393 in der vorhin citirten Arbeit G. vom Raths.

Kante P/M parallelen Richtung zu den grössten Seltenheiten gehört, und ich möchte fast glauben, dass diese Erscheinung mit der Häufigkeit gewisser Zwillingsbildungen im Zusammenhange steht, von denen noch die Rede sein wird.

Mit Rücksicht auf das beim Anorthit vom Vesuv Gesagte lässt sich das Resultat der optischen Untersuchung des Anorthites von Pesmeda in kurzen Worten, wie folgt, zusammenfassen.

1. Paralleles polarisirtes Licht. Die der Kante P/M zunächst liegende Auslöschungsschiefe besitzt in allen Fällen eine gleiche Orientirung wie im vesuvischen Anorthite. Die Grösse ihres mithin stets negativen Winkels wurde an Schliffen gemessen, welche aus Krystallen des ersten und zweiten Typus möglichst genau parallel zu ihren natürlichen Oberflächen hergestellt waren.

Die auf verschiedenen Präparaten gefundenen Zahlen variiren höchstens innerhalb 2^0. Als Mittelwerth zahlreicher Beobachtungen berechnet sich die Auslöschungsschiefe auf P danach zu $-37{\cdot}5^0$, auf M zu $-38{\cdot}4^0$.

2. Convergentes polarisirtes Licht. Die Platten parallel P und M zeigten mitunter, bevor sie dünn geschliffen waren, ganz deutlich dieselben Interferenzbilder, und zwar an derselben Stelle, wie im Anorthit vom Vesuv.

Bisweilen, allerdings selten, lassen sich die gleichen Erscheinungen auch an Spaltblättchen direct beobachten.

Durch die Grösse der Krystalle, welche meist sogar 2 Cm. übersteigt, wenn sie auch 3 Cm. nicht erreicht, schien anfänglich die Erwartung berechtigt, dass es verhältnissmässig leicht gelingen werde, aus ihnen für die Ermittlung der Elastizitätsaxe c und für das Studium der um dieselbe auftretenden Verhältnisse brauchbare Platten zu erhalten. Denn wenn auch das Material im Allgemeinen trüb und undurchsichtig war, so liess sich doch hoffen, dass wenigstens einzelne Stellen, dünner geschliffen, stets die zur Beobachtung der Interferenzerscheinungen nöthige Klarheit besitzen würden.

Allein, abgesehen davon, dass schon die Orientirung dieser Schliffpräparate, welche sämmtlich eine grosse Dünne haben mussten, mit den gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, wie die krystallographische Bestimmung der verwendeten Krystalle, stellte es sich sehr bald heraus, dass diese scheinbar einfachen Individuen fast sämmtlich einen so complicirten Zwillingsbau besitzen, dass nur

in den seltensten Fällen einheitliche ungestörte Interferenzerscheinungen überhaupt zu Stande kommen können.

Bei näherer Verfolgung der beobachteten Thatsachen verrieth sich insbesondere die Zwillingsbildung nach dem Rath'schen Gesetze in solcher Häufigkeit, dass alle übrigen, selbst diejenigen nach dem Albitgesetz, dagegen völlig in den Hintergrund treten, und in solcher Mannigfaltigkeit, dass die Eigenthümlichkeiten dieses Zwillingsgesetzes hier besser studirt werden konnten, als bei irgend einem der bereits betrachteten Plagioklase.

Wenngleich übrigens aus den angeführten Gründen die wenigsten, und zwar nicht gerade die bestorientirten unter den vielen, über der stumpfen Kante P/M angefertigten Präparaten eine Beobachtung im convergenten polarisirten Lichte überhaupt gestatteten, so liess sich doch überall, wo dies der Fall war, schon unter dem Nörremberg der positive Charakter der hier austretenden Mittellinie, kurz vollkommene Uebereinstimmung in der Lage der Elasticitätsaxe c mit derjenigen des Anorthites vom Vesuv recht gut nachweisen. Eine Platte endlich, welche bei ungefähr gleicher Neigung zu P und M, obwohl nicht ganz in der Zone beider gelegen, fast genau senkrecht zur optischen Axenebene ausgefallen ist, während die Mittellinie etwa 5^0 aus einer zur Trace der Axenebene senkrechten, die Plattennormale in sich enthaltenden Ebene heraustritt, erlaubte sogar die Messung des scheinbaren Axenwinkels.

Derselbe wurde für Glas des Schneider'schen Apparates zu $112{\cdot}5^0$ mithin nur unbedeutend grösser als im Anorthit vom Vesuv gefunden.

Nach dieser kurzen Darlegung der dem vesuvischen Minerale so analogen optischen Verhältnisse des Anorthites von Pesmeda wird es nöthig sein, bei der Betrachtung der hier auftretenden Zwillingsbildungen insbesondere des Zwillingsgesetzes: Drehungsaxe die Makrodiagonale, etwas länger zu verweilen, schon deshalb, weil das von diesem Vorkommen entworfene Bild sonst keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben dürfte, abgesehen davon, dass die nachstehenden Mittheilungen vielleicht geeignet sind, zum Verständnisse gewisser auf Dünnschliffen der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte möglicherweise zu beobachtenden Erscheinungen etwas beizutragen.

Zunächst muss daran erinnert werden, wovon schon beim Labradorit Erwähnung geschah, dass sich das Vorhandensein des

Periklingesetzes meist schon bei der Untersuchung von Spaltungsstücken am Goniometer zu erkennen gibt. Bei den Labradoriten, welche ich untersuchte, trat übrigens diese Zwillingsbildung viel untergeordneter auf.

Gesetzt, es wären zwei Individuen in polysynthetischer Weise nach dem Albitgesetz verwachsen, dann spiegelt bei einer Drehung um die Kante P/M zuerst die gemeinsame Längsfläche M, dann P und P' der beiden Zwillingsindividuen, und zwar in Abständen, welche dem Supplemente (85° 46′) des Spaltwinkels P/M und demjenigen (8° 28′) des Winkels P/P' entsprechen. Sind dagegen zwei Individuen nach dem Periklingesetz ebenfalls in polysynthetischer Weise verwachsen, dann spiegelt bei einer gleichen Drehung um die Kante P/M des einen, etwa des vorherrschenden Individuums, zuerst die M-Fläche des einen, dann die M'-Fläche des zweiten Individuums, schliesslich ihre gemeinsame P-Fläche, und zwar unter ganz ähnlichen Winkelabständen, wie vorhin. Man erhält also auch hier im Ganzen drei Reflexe und es ist bei der Unvollkommenheit der Spaltbarkeit nicht immer leicht, darüber zu entscheiden, welcher von beiden Fällen vorliege.

Denn trotzdem die Spaltbarkeit nach P auch bei diesem Plagioklase im Allgemeinen viel deutlicher ist, als nach M, so erhält man nichtsdestoweniger bei polysynthetischer Ausbildung des Periklingesetzes sehr häufig auf den M-Flächen viel bessere Reflexbilder als auf P, was davon herrühren mag, dass die Ebene des rhombischen Schnittes meist Verwachsungsebene ist und die einzelnen Lamellen beim Anschlagen der basischen Spaltfläche mitunter sich ebenso leicht nach dieser Verwachsungsebene abblättern dürften als nach P. Vielleicht ist die Angabe mancher Forscher, wie Vogelsangs, dass in verwitterten Varietäten des Labradorites die brachydiagonale Spaltbarkeit vollkommener sei als die basische, auf einen ähnlichen Grund zurückzuführen.

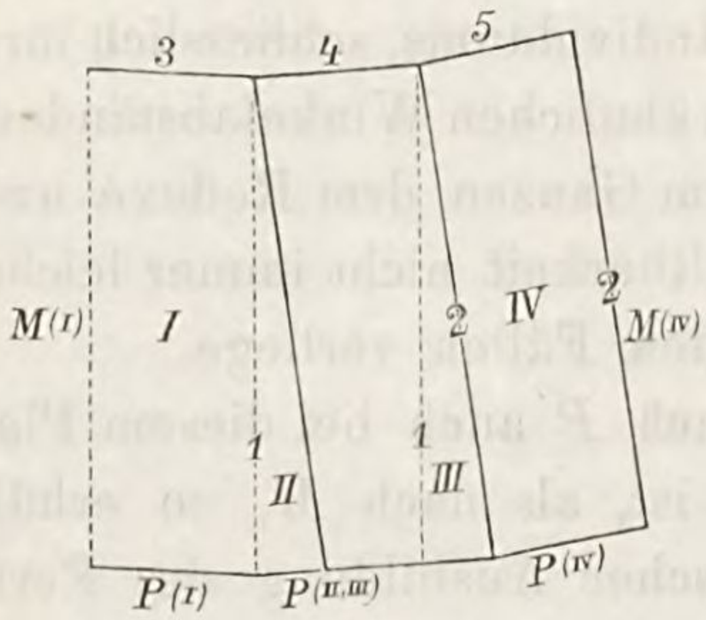
Dagegen ist der Umstand, dass bei der zweiten Art Zwillingsbildung die Brachydiagonalen der Basisflächen (mithin auch die Zonenkanten P/M) mit einander einen Winkel von circa 2° 23′ einschliessen, schon eher geeignet, einen Anhaltspunkt für die Unterscheidung beider Fälle zu liefern, weil demzufolge die beobachteten drei Reflexe auch nicht mehr genau in einer und derselben Zone liegen können.

Schliesslich kann man sich darüber noch am frühesten Gewissheit verschaffen, wenn man von jener Fläche, welche zwei Reflex-

bilder gibt, ein Blättchen abspaltet; man sieht dann unter dem Mikroskope (unter günstigen Umständen) im Falle des Periklingesetzes zwei unter einem sehr schiefen Winkel sich kreuzende Streifensysteme.

Allein, weit häufiger noch beobachtet man an den Spaltungsstücken des Anorthites von Pesmeda sowohl auf P als auch auf M gleichzeitig mehrere Reflexe bei einer Drehung um die Kante P/M des vorherrschenden Individuums, welche Reflexe zufolge ihres Winkelabstandes Flächen angehören müssen, deren gegenseitige Lage sich nur durch Coexistenz des Periklingesetzes mit dem Gesetze: Drehungsaxe die Normale zu M, erklären lässt. Beistehendes Schema soll nicht allein das eben Gesagte an einem der am häufigsten vorkommenden Fälle illustriren, sondern mir auch die Möglichkeit bieten, einige diesbezügliche Beobachtungen in kurzer und doch verständlicher Weise auszudrücken. Dasselbe stellt einen zur Zonenkante P/M des Hauptindividuums senkrecht geführten Durchschnitt durch eine Zwillingsgruppe dar, in welcher die beiden mittleren Individuen (II und III) nach dem Periklingesetz mit einander verbunden sind, während die beiden äusseren sich zu je einem derselben, nämlich I zu II und IV zu III in Zwillingsstellung nach dem Albitgesetz befinden.

Fig. 2.



Die Längs- und Endflächen der einzelnen Individuen, welche in der Figur durch ihre Tracen mit der Zeichenebene dargestellt sind, geben nacheinander die Reflexe 1, 2, 3, 4, 5. In der Zeichnung ist allerdings keine Rücksicht darauf genommen, dass die Zonenkante I/II derjenigen zwischen III und IV nicht genau parallel geht, sondern damit einen Winkel von 2° 23′ bildet; sie ist vielmehr im Interesse der Uebersichtlichkeit so ausgeführt, als ob der Axenwinkel γ im Anorthit genau 90° wäre, in welchem Falle das vorliegende Zwillingsgesetz mit demjenigen: Zwillingsaxe die in P liegende Normale zur Makrodiagonale, gleichbedeutend wäre.

Es hat dies jedoch auf die nachfolgenden Betrachtungen keinen Einfluss.

Der Reflex 1 entspricht der den Individuen I und II gemeinsamen Längsfläche, der Reflex 2 der den Individuen III und IV gemeinsamen Längsfläche, 3 bezieht sich auf die Endfläche des Individuums I, 4 auf die den beiden mittleren Individuen gemeinsame Endfläche, 5 auf die Endfläche des äussersten Individuums IV.

Mit Bezug auf das beistehende Schema und die dazu gegebenen Erläuterungen lassen sich die bei der Messung verschiedener Spaltungsstücke des Anorthites von Pesmeda thatsächlich erhaltenen Resultate etwa in folgender Weise wiedergeben:

Erstes Spaltungsstück; 5 Reflexe nacheinander in den Abständen: $1/2 = 8^0\,15'$, $2/3 = 77^0\,15'$, $3/4 = 8^0\,20'$, $4/5 = 7^0\,55'$.

Zweites Spaltungsstück; 4 Reflexe, welche einander in den Abständen: $1/2 = 8^0\,40'$, $2/3 = 77^0\,35'$, $3/4 = 8^0\,25'$ folgen

Drittes Spaltungsstück; 3 Reflexe in den Abständen:

$1/2 = 8^0\,35'$, $2/3 = 77^0\,50'$.

Viertes Spaltungsstück; 4 Reflexe in den Abständen:

$2/3 = 77^0\,12'$, $3/4 = 8^0\,3'$ und $4/5 = 7^0\,10'$.

Fünftes Spaltungsstück; 4 Reflexe in den Abständen:

$1/2 = 8^0\,20'$, $2/4 = 86^0\,30'$ und $4/5 = 7^0\,25'$.

Es braucht nicht erst erwähnt zu werden, dass obenstehende Messungen in Bezug auf das gegenseitige Verhältniss der einzelnen Flächen nicht vollkommen genau sein können. Als Mittelwerth der Beobachtungen würde für den Abstand $1/2 = 8^0\,27'$, für $2/3 = 77^0\,34'$, $3/4 = 8^0\,16'$, $4/5 = 7^0\,31'$ zu setzen sein.

Bei den ersten vier Spaltungsstücken wird man die oben abgebildete Zwillingsgruppe [1]), allerdings in sehr ungleichförmiger Ausbildung, aber doch als vollständig vorhanden annehmen müssen.

Während nemlich an dem ersten derselben die Spaltflächen sämmtlicher Individuen spiegeln, gibt an dem zweiten die Endfläche des Individuums IV, am dritten die Endfläche des Individuums IV und diejenige des Individuums III keinen Reflex; am vierten endlich spiegeln zwar sämmtliche Endflächen; dagegen tritt das Peri-

---

[1]) Oder man wird an eine ähnliche Gruppe denken müssen, in welcher das Albitgesetz nur einmal, das Periklingesetz jedoch in zweimaliger Wiederholung auftritt, wobei zwischen den Längsflächen der einzelnen Individuen ein analoges gegenseitiges Verhältniss in ihrer Lage besteht, wie hier zwischen den Endflächen und umgekehrt.

klingesetz auf *M* so untergeordnet auf, dass nur die eine Längsfläche einen deutlichen Reflex gibt. Am letzten Spaltungsstücke endlich gestatten die sichtbaren Reflexe blos einen Schluss auf das Vorhandensein der Individuen II, III und IV.

Die nächste Frage, welche beim Studium des Gesetzes: Zwillingsaxe die Makrodiagonale, zu beantworten ist, betrifft die Lage des rhombischen Schnittes, jener Ebene, nach welcher die Individuen am häufigsten verwachsen und nach welcher sich dieses Zwillingsgesetz in polysynthetischer Weise zu wiederholen pflegt. Wenn letzteres der Fall ist, so entsteht dann die schon von G. vom Rath erwähnte Zwillingsstreifung, die man bisweilen, allerdings sehr selten, schon oberflächlich an den Krystallen von Pesmeda auf ihrer Längsfläche wahrnehmen kann, deutlicher jedoch in Spaltblättchen parallel der Längsfläche und am besten an geeigneten Dünnschliffen beobachtet.

Die Ausbildung dieser Streifen ist eine sehr verschiedene. Bisweilen sind in einem Hauptindividuum nur hie und da ziemlich unregelmässig vertheilte Partien eines zweiten Individuums nach dem Periklingesetz eingelagert, so dass sich die Streifung ebenfalls auf diese wenigen Stellen beschränkt, oder es sind die Streifen, welche dem eingelagerten Nebenindividuum angehören, zwar über die ganze Fläche des Hauptindividuums hin gleichmässig verbreitet, dabei aber so schmal und fein, dass sie auf die Oberflächenentwicklung des resultirenden Krystalles keinen Einfluss ausüben können.

In den beiden eben betrachteten Fällen gelingt es leicht, Präparate zu erhalten, welche ziemlich genau der *M*-Fläche des vorherrschenden Individuums parallel angefertigt sind. Ihre Untersuchung ergibt für die Streifen, mithin auch für die Trace des rhombischen Schnittes auf *M* einen gleichsinnigen Verlauf, wie für die kleinere Auslöschungsschiefe des Hauptindividuums. Der Winkel, unter welchem sich die Streifen und die Spaltrisse nach *P* kreuzen, st jedoch bedeutend kleiner als diese Auslöschungsschiefe, und seine Grösse wurde nach dem Mittelwerthe zahlreicher Beobachtungen zu — 17·9° festgestellt.

Nun ist zu bedenken, dass in der Richtung der Zwillingskante, resp. der Streifen auf *M* sich ein feines Kennzeichen für den Axenwinkel γ offenbart (welcher seinerseits wieder zumeist von den Kanten der verticalen Flächen abhängt), indem beispielsweise im Albit, wie

G. vom Rath gezeigt hat [1]), eine Veränderung von 12° in der Lage des rhombischen Schnittes schon durch ein Schwanken von 1° 16' im Winkel γ (resp. von 2° 1' im Winkel $T:l$) herbeigeführt werden kann. Weil überdies nach den oben mitgetheilten Messungen die Winkel $P:M$, $P:l$, $M:l$ in beiden Anorthitvorkommen (Vesuv und Pesmeda) fast vollkommen übereinzustimmen und constant zu bleiben scheinen, so würde die verhältnissmässig geringe Differenz von 2° in der Lage ihres rhombischen Schnittes darauf hindeuten, dass ihre Axenelemente einander wahrscheinlich sehr nahe kommen und höchstens der Axenwinkel γ im Anorthit von Pesmeda etwas grösser sein mag.

Allein nicht blos die einfachen, sondern auch solche Krystalle, wie die eben betrachteten, in denen das Periklingesetz eigentlich nur andeutungsweise vorhanden ist, gehören beim Anorthite von Pesmeda zu den Seltenheiten. Viel häufiger sind Krystalle, an deren Aufbau beide Zwillingsindividuen in ziemlich gleichem Masse betheiligt sind; es ist dann die polysynthetische Streifung meist so gleichförmig dass von einer Hauptmasse und einer darauf bezüglichen Auslöschungsschiefe nicht mehr die Rede sein kann.

Die Oberfläche solcher Krystalle, sowohl die natürliche, als die durch Abspalten parallel M erzeugte Längsfläche, erscheint ganz uneben und die durch Anschleifen derselben erhaltenen Präparate sind daher bald mehr, bald weniger gegen die gemeinsame Endfläche der beiden Individuen geneigt, als die zugehörigen Längsflächen, und können leicht auch aus der Zone P/M mehr weniger heraustreten. Daher kommt es, dass auf derartigen Schliffen die zwischen Streifung und der Trace der basischen Spaltbarkeit beobachteten Winkel von dem oben gefundenen Werthe etwas abweichen, indem sie dabei zwischen 16° und 19° schwanken.

Da überdies die auf solchen Schliffen beobachteten Hauptschwingungsrichtungen der beiden nach dem Periklingesetze verbundenen Individuen im Allgemeinen einen Winkel miteinander einschliessen oder nicht, je nachdem jedes der beiden Zwillingsindividuen von der Schlifffläche in gleicher oder verschiedener Weise getroffen wird, so wird natürlich auch dieser Winkel auf verschiedenen Schliffen Schwankungen erleiden müssen und die Erfahrung

---

[1]) In seiner Abhandlung über das Periklingesetz S. 157.

lehrt, dass diese Schwankungen schon sehr bedeutend sind, wenn die Schliffe auch nur wenige Grade von einander abweichen.

Die Complication der Verhältnisse, die hierbei eintreten können, lässt sich übrigens schon nach kurzer Ueberlegung aus dem über die optischen Eigenschaften des Anorthites bereits Bekannten voraussehen.

Man erwäge zunächst die verschiedenen Werthe, welche die Auslöschungsschiefe eines einfachen Individuums auf verschiedenen Schnitten der Zone P/M annehmen muss. Wie bereits erwähnt, beträgt auf einem zur positiven Mittellinie senkrechten Schnitt die Auslöschungsschiefe gegen die Trace von P und M ungefähr 60^0. Auf einem zu dem vorigen senkrechten Zonenschnitte muss, weil nach dem oben Gesagten diese Mittellinie in der Zone liegt und auf der Zonenkante P/M senkrecht steht, die Auslöschungsschiefe gegen dieselbe Kante gleich Null sein. Hieraus folgt, dass die der Längsfläche entsprechende Auslöschungsschiefe von -38^0 bis -60^0 wachsen muss, wenn man Zonenschnitte betrachtet, die zwischen M und e liegen, während sie von -38^0 bis Null herabsinken muss, wenn man Zonenschnitte betrachtet, welche zwischen M und n liegen.

Es entspricht also einer Abweichung des Schliffpräparates von der Längsfläche um 43^0 gegen die stumpfe Kante hin eine Zunahme der Auslöschungsschiefe um 22^0, einer Abweichung des Präparates um 47^0 nach der scharfen Kante hin eine nahezu doppelt so grosse Abnahme derselben um 38^0. Unter der für die angestrebte blosse Annäherung gewiss zulässigen Annahme, dass dieses Wachsen und Sinken gleichförmig erfolgt, müsste sich bei einer Abweichung um einen Grad im ersten Falle die Auslöschungsschiefe um einen halben Grad vergrössern, im zweiten Falle ungefähr um einen ganzen Grad vermindern.

Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet lässt sich der Winkel, den die Auslöschungsrichtungen zweier Zwillingsindividuen des Periklingesetzes mit einander einschliessen, für Schliffe, welche gegen das eine Individuum, welches ich als Hauptindividuum bezeichnen will, eine bestimmte Lage haben, gleichsam im Voraus berechnen.

a) Ein Schliff parallel der Längsfläche des Hauptindividuums (A) ist gleichzeitig unter einem Winkel von mehr als 8^0 gegen die Fläche n des Nebenindividuums (B) hin geneigt, so dass nach dem eben Gesagten die Auslöschungsschiefe von $A = -38^0$, diejenige

von $B = -38^0 - (-8^0) = -30^0$, die Differenz beider $d = 8^0$ betragen sollte.

Eines meiner Präparate, welches fast genau diese Lage hatte, ergab dafür die Zahlen $A = -37{\cdot}2^0$, $B = -28{\cdot}6^0$, $d = 8{\cdot}6^0$, welche in höchst befriedigender Weise mit den soeben berechneten übereinstimmen, besonders wenn man bedenkt, dass die oben gemachten Voraussetzungen nur bis zu einem gewissen Grade den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, und dass dabei überdies zwei Umstände unberücksichtigt geblieben sind, erstens, dass der untersuchte Schliff niemals gleichzeitig vollkommen genau in der Zone P/M beider Individuen liegen könne und zweitens, dass ja die Auslöschungschiefe auf M möglicherweise, wenn auch nur geringen, Schwankungen unterliegt.

b) In Schliffen, welche um 1^0 gegen die Fläche e des Hauptindividuums hin abweichen, sollte man unter den gemachten Voraussetzungen $A = -38{\cdot}5^0$, $B = -29^0$, $d = 9{\cdot}5^0$ erwarten. Ein ähnliches Präparat ergab $A = -38{\cdot}1^0$, $B = -27{\cdot}5^0$, also $d = 10{\cdot}6^0$.

c) In Schliffen, welche um 1^0 gegen die Fläche n des Hauptindividuums hin von der Längsfläche desselben abweichen, berechnet sich in der angegebenen Weise A zu $-37{\cdot}5^0$, B zu -31^0, daraus $d = 6{\cdot}5^0$.

Dem entsprechend fand ich an einem Präparat, welches der Messung am Goniometer zufolge eine ähnliche Lage hatte, für $A = -38{\cdot}1^0$, für $B = -31^0$, für d also $7{\cdot}1^0$.

d) In Schliffen, welche um etwa 4^0 von der Längsfläche des Hauptindividuums gegen die Fläche n desselben hin abweichen, welche demnach auf der beiden Individuen gemeinschaftlichen Endfläche senkrecht stehen, wird nach dem Vorigen die Auslöschungsschiefe beider Lamellensysteme gegen die Trace der basischen Spaltbarkeit voraussichtlich gleich und zwar etwa 4^0 kleiner sein als in Schliffen parallel der Längsfläche eines jeden, sonach $A = B = -34^0$ und $d = 0$. Diesem Falle nähert sich ein Präparat, in welchem die beiden sehr gleichförmig entwickelten Individuen unter einem Winkel von $A = -33{\cdot}4^0$ und $B = -36^0$ auslöschen, weshalb d blos $2{\cdot}6^0$ beträgt.

Die bisherigen Betrachtungen gelten blos für den verhältnissmässig einfachen Fall, wo nur Zwillingsbildung nach dem Periklin-

gesetz allein vorliegt. Anders, und zwar viel complicirter gestalten sich die Verhältnisse, wenn damit eine Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz verbunden ist.

Vor Allem wird schon die richtige Bestimmung der Auslöschungschiefe der Hauptmasse sowohl wie der Streifen bedeutend erschwert, ja bisweilen geradezu unmöglich, weil optisch verschieden orientirte Partien über einander zu liegen kommen, sobald der Schliff nicht vollständig parallel zu den *M*-Flächen der Zwillingsindividuen des Albitgesetzes ausgeführt ist, weshalb auch die Auslöschung sehr undulös erscheint.

Sodann ist hervorzuheben, dass sich die beiden Zwillingsbildungen, wenn gleichzeitig vorhanden, mit Vorliebe mehrmals wiederholen und dass dadurch ähnliche Krystallgruppen entstehen, wie diejenige, welche durch das oben stehende Schema versinnlicht wird. Wenn aber derart verzwillingte Partien eines polysynthetischen Krystalles sich durchkreuzen und durch einander fortwachsen, so kann es geschehen, dass schliesslich auf der Längsfläche des Individuums I, Fig. 2, S. 224 eine Streifung an die Oberfläche tritt, die dem Individuum IV angehört, welches sich zu I direct nicht mehr in gesetzmässiger Stellung befindet.

Nur auf diese und ähnliche Weise finden einige Beobachtungen ihre Erklärung, welche an Dünnschliffen solcher Spaltungsstücke gemacht wurden, deren Spaltflächen *P* und *M* bei der zuvor angestellten Messung am Goniometer mehrere Reflexe gaben.

Man denke sich eine Krystallgruppe, bestehend aus zwei nach dem Albitgesetz [1]) verbundenen Individuen II und III als Kern; in jedem derselben seinem rhombischen Schnitte parallele, polysynthetische Lamellen eingelagert, die zwei weiteren nach dem Periklingesetz mit ihnen verwachsenen Individuen I und IV angehören. Es seien ferner die Individuen II und III nur sehr untergeordnet entwickelt, während I und IV stark vorherrschen.

Ein Schliff parallel der Längsfläche des Individuums I wird das Individuum IV unter einem Winkel von $2 \times 8^{\circ}\ 20'$, das ist fast 17° treffen, und zwar um denselben Betrag gegen die Fläche *n* des letzteren hin geneigt sein, was eine Abnahme der Auslöschungsschiefe des Individuums IV gegen die gemeinsame Kante

[1]) Umgekehrt wie in Fig 2, S. 224.

P/M und mithin eine Differenz der Auslöschungsschiefen der beiden im Schliffe deutlich vertretenen Individuen (I und IV) um ebenso viel Grade bedeutet; die vom Individuum IV herrührende Streifung wird überdies, wie man sich leicht überzeugt, in ihrer Richtung gegen die Kante P/M von der Richtung des rhombischen Schnittes des Individuums I auf M wenig verschieden sein.

Ein Beispiel für den eben betrachteten Fall liefert ein Präparat, in welchem $A = -37{\cdot}5^{0}$, $B = -19{\cdot}6^{0}$, demnach $d = 17{\cdot}9^{0}$ gefunden wurde.

Würde zu dem Individuum IV der besprochenen Krystallgruppe noch ein Individuum V nach dem Albitgesetz, zu diesem ein weiteres VI nach dem Periklingesetz hinzutreten, und wäre an irgend einer Stelle blos I und VI, das Anfangs- und Endglied der Gruppe sehr vorherrschend ausgebildet, dann würde in einem Schliffe parallel M des Individuums I, aus ähnlichen Gründen wie vorhin, für die Differenz der den beiden Individuen angehörigen Auslöschungsschiefen $d = 25^{0}$ zu erwarten sein. Ein ähnlicher Fall scheint durch ein weiteres Präparat vertreten zu sein, auf welchem $A = -40{\cdot}7^{0}$, $B = -15{\cdot}1^{0}$, $d = 25{\cdot}6$ beträgt. In einem letzten Präparate endlich mit stark undulöser Auslöschung fand ich $A = -42{\cdot}2^{0}$, $B = -17{\cdot}2^{0}$, $d = 24{\cdot}5^{0}$.

Die beiden letztgenannten Schliffe sind verhältnissmässig am schlechtesten orientirt, namentlich auch was ihre Lage in der Zone P/M betrifft. Jedenfalls sind in den vorausgeschickten Betrachtungen genügende Anhaltspunkte geboten, auch die auf ähnlichen Schliffen auftretenden Verhältnisse in befriedigender Weise zu erklären, sobald die genaue Lage dieser Schliffe gegen eines der Individuen der polysynthetischen Doppelzwillinge bekannt ist, denen sie offenbar entnommen sind.

Das häufige Vorherrschen der Fläche y ermöglichte das Studium des Periklingesetzes auch auf einer Fläche, welche die Zwillingsaxe, d. i. die Makrodiagonale in sich enthält. In Dünnschliffen parallel y fällt natürlich die Makrodiagonale als Zonenkante P/y mit der Trace der basischen Spaltbarkeit zusammen, woraus folgt, dass die beiden nach dem Periklingesetz verbundenen Individuen genau symmetrisch zu diesen Spaltrissen auslöschen müssen. Dies wurde auch wiederholt beobachtet und für jene Auslöschungsschiefe, welche im orientirt gestellten, von vorne betrachteten

Hauptindividuum von links oben nach rechts unten verläuft, die Neigung derselben gegen die Makrodiagonale zu 49·8° im einen, und 49·2° im andern Individuum an der bestorientirten Platte festgestellt.

Die kleine Differenz zwischen den gefundenen Winkeln dürfte hier hauptsächlich von Beobachtungsfehlern herrühren, die wieder in der Unvollkommenheit der Auslöschung des nicht mehr ganz frischen Materiales ihren Grund haben. Die Zwillingslamellen, in denen die polysynthetische Ausbildung des in Rede stehenden Zwillingsgesetzes zum Ausdruck kommt, erscheinen auf *y* in der Regel in Form querverlaufender Streifen von wechselnder Breite. Wenn man den Verlauf der Streifung auf *y* mit demjenigen auf *M* combinirt, und durch beide Richtungen zugleich eine Ebene sich gelegt denkt, so erhält man in der That die Ebene des rhombischen Schnittes im Anorthit von Pesmeda.

Dünnschliffe parallel *y* gestatten ferner Beobachtungen über den verschiedenen Antheil, den die beiden Zwillingsindividuen an dem Aufbaue eines polysynthetischen Gebildes nehmen können und liefern so eine Ergänzung für die bei Betrachtung von Schliffen parallel *M* gemachten Erfahrungen.

Wenn dieser Antheil ein gleicher ist, so können hauptsächlich zwei Fälle eintreten; in dem einen kann man nach den vorherrschenden Lamellen eine rechte und eine linke Hälfte unterscheiden, wobei es jedoch in der Mitte zu keiner besonders regelmässigen Grenze zu kommen braucht, indem die Lamellen der einen und anderen Hälfte vielfach in einandergreifen und sich sozusagen gegenseitig auskeilen können; die Ränder des Präparates, welche dem Durchschnitte der natürlichen Oberfläche des angeschliffenen Krystalles entsprechen, gehen einander nicht parallel, indem der Rand rechts von dem rechten, der Rand links von dem linken Hauptindividuum gebildet wird.

Im anderen Falle sind die Lamellen in der Weise ausgebildet, dass sie zwar stets die ganze Breite des Präparates gleichmässig durchziehen, dabei aber in den übereinander liegenden Schichten abwechselnd vorherrschen, so dass im Grossen und Ganzen querverlaufende, ziemlich breite Bänder entstehen, welche eine verschiedene optische Orientirung zeigen, je nachdem sie dem einen oder andern Individuum hauptsächlich angehören. Sodann ist der Einfluss, welchen die jedesmal vorherrschenden Lamellen auf die Oberflächenentwicklung des resultirenden Krystalles nehmen, unverkennbar, indem die Trace seiner

natürlichen Längsfläche im Präparate sich als eine gebrochene Linie darstellt (entsprechend M und $\overline{M}$ der Zwillingsindividuen), deren Theile der Messung zufolge einen Winkel von ungefähr $7{\cdot}5^0$ mit einander einschliessen. Bei Coëxistenz des Albitgesetzes mit dem Periklingesetz entsteht stellenweise die bekannte gitterförmige Structur, wobei die von dem ersten Gesetz herrührende Streifung innerhalb der abwechselnden Schichten ihre eigene Richtung, parallel den Spaltrissen M des jedesmaligen Hauptindividuums verfolgt.

In Schliffen parallel der gemeinsamen Endfläche der Zwillingsindividuen nach dem Periklingesetz kommt die Streifung, welche von der polysynthetischen Ausbildung nach der Ebene des rhombischen Schnittes herrührt, am undeutlichsten zum Ausdruck, nur bisweilen, in günstigen Fällen bemerkt man querverlaufende Streifen mit verwachsenen Rändern, welche der Makrodiagonale parallel gehen und keine ordentliche Auslöschung geben.

Allein den gemachten Erfahrungen zufolge scheinen ausser der Ebene des rhombischen Schnittes noch andere Ebenen der Zone P/y als Verwachsungsebenen auftreten zu können. So lässt sich in Schliffen parallel M mitunter eine Hälfte A und B unterscheiden, deren gebrochene Grenzlinie bald der Trace von y parallel geht, bald zur Trace der Fläche P senkrecht steht, woraus zu schliessen ist, dass unter Umständen die Berührung nach einer zu y parallelen oder nach einer durch die Makrodiagonale gehenden und zu P senkrechten Ebene erfolgt. Man ersieht nemlich daraus, dass eine dem rhombischen Schnitte parallele, feine Streifung stellenweise aus A kommend in das Gebiet von B übergreift und umgekehrt, sowie aus dem Verhalten im parallelen polarisirten Lichte, dass man es auch hier mit zwei nach dem Periklingesetz verbundenen Individuen zu thun hat.

Dass auch P, welches ja ebenfalls der Zone P/y angehört, bisweilen als Verwachsungsebene fungiren kann, ist hinlänglich bekannt. Unter allen diesen durch die Zwillingsaxe gehenden Ebenen scheint jedoch blos die Ebene des rhombischen Schnittes zu einer polysynthetischen Ausbildung Anlass zu geben.

Endlich verwachsen die Individuen des in Rede stehenden Zwillingsgesetzes nicht gar selten nach der Zwillingsebene selbst.

Dabei macht sich wieder ein Unterschied geltend, je nachdem das Periklingesetz polysynthetisch entwickelt ist oder nicht. Im

ersten Falle tritt die Zwillingsebene nur untergeordnet als Begrenzungsfläche, und zwar an jenen Stellen auf, wo die von der Seite kommenden Zwillingslamellen in der Mitte zusammenstossen, was namentlich in Schliffen parallel *y* deutlich zu sehen ist. Im zweiten Falle jedoch, wo zwei einfache Individuen nach der Zwillingsebene des Periklingesetzes verwachsen, werden die Krystalle dadurch gerade so in zwei Hälften (eine rechte und eine linke) getheilt, wie die Zwillingskrystalle des Albitgesetzes. In Schliffen parallel der gemeinsamen Endfläche vollzieht sich die Auslöschung in beiden Hälften genau symmetrisch zur Grenzlinie und nur die Spaltrisse nach *M* haben eine um ca. $2^1/_2{}^0$ verschiedene Richtung, je nachdem sie dem einen oder dem anderen Individuum angehören, weshalb auch die Auslöschungsschiefen der beiden Hälften ungleiche Werthe erhalten, wenn man sie auf die einen oder die andern von den Spaltrissen bezieht. So fand ich $38{\cdot}5^0$ in der einen und 37^0 in der anderen Hälfte, wobei der Schliff vielleicht 1^0 von der wahren Endfläche abweicht.

Endlich lehrt die Erfahrung, dass unter Umständen sämmtliche der angeführten Ebenen in einem und demselben Krystalle als Verwachsungsebenen auftreten können, wenn nemlich in Folge der Coëxistenz mehrerer Zwillingsgesetze die einzelnen Theile dieses polysynthetischen Krystalles auf allen Seiten an andere benachbarte Theilchen von abweichender krystallographischer Orientirung angrenzen.

Aus dem Umstande, dass die Zwillingskrystalle des Periklingesetzes in der Regel einen polysynthetischen Aufbau besitzen, wird es ferner leicht erklärlich, warum die beiden Individuen, aus deren Verbindung dieselben hervorgegangen sind, nur äusserst selten schon äusserlich als solche erkennbar sind. Nur wenn eines der Individuen sehr stark vorherrscht und plötzlich ein Wechsel eintritt, indem das zweite Individuum die Rolle des Hauptindividuums übernimmt, dann erscheinen an dieser Stelle gewisse Grenzlinien, die bald unregelmässig verlaufen, bald den Tracen der verschiedenen möglichen Verwachsungsebenen entsprechen und die man schon auf der Oberfläche der natürlichen Krystalle bisweilen beobachtet, wo sie entweder den Krystall in ungleiche Hälften zu theilen oder unregelmässige Partien aus demselben herauszuschneiden scheinen.

Es fehlt nicht an Anzeichen, dass ausser dem Albitgesetz und dem Periklingesetz auch die übrigen vom Anorthite der Somma her bekannten Zwillingsbildungen am Anorthite von Pesmeda vertreten sind; doch hatte ich keine Gelegenheit, darüber eingehendere Studien zu machen.

Das im Vorstehenden von dem optischen Verhalten der Anorthite vom Vesuv und von Pesmeda entworfene Bild wird zur Genüge bewiesen haben, dass sich dasselbe von dem Verhalten der übrigen Plagioklase in nichts wesentlich unterscheidet, und dass auch die Schwankungen in der optischen Orientirung an verschiedenen Stücken desselben Fundortes kaum grösser sind, als bei irgend einem der übrigen Kalknatronfeldspathe. Nur hat es sich gezeigt, dass schon eine geringe Abweichung des Schliffpräparates von *P* und von *M* unter Umständen eine nicht unbedeutende Veränderung in der Grösse der Auslöschungsschiefe gegen *P*/*M* hervorzubringen im Stande ist, und dass im Falle von Zwillingsbildung die Differenzen zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingsindividuen dadurch mitunter sehr gross werden können. Theils hierin, theils in den über die Mannigfaltigkeit der Zwillingsbildungen, namentlich über die Coëxistenz mehrerer Zwillingsgesetze und die möglicherweise dadurch entstehenden Zwillingsgruppen beim Anorthit von Pesmeda und schon früher bei den Labradoriten gemachten Bemerkungen dürften wohl die enormen Schwankungen der Auslöschungsschiefen zwischen 20° und 42° ihre Erklärung finden, welche Des Cloizeaux auf Schliffen möglichst senkrecht zur Längsfläche *M* und nahe *P* von Krystallen des Anorthites der Somma, mit polysynthetischer Zwillingsbildung parallel *M*, bei sehr ungleicher Breite der beiden Lamellensysteme zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze beobachtet hat.

Gleiches gilt von den bedeutenden Schwankungen zwischen 33° 7′ und 46° 40′ der von ihm auf Schliffen parallel *M* beobachteten Auslöschungschiefen.

Die sonst noch auf der Endfläche des Anorthites vom Vesuv von Des Cloizeaux für die Auslöschungsschiefe der Zwillingslamellen gefundenen Werthe zeigen viel geringere Verschiedenheiten, wie 38° 41′, 30° 7′ einerseits und 33° 24′, 35° 55′ andererseits, welche Verschiedenheiten vielleicht lediglich in der verschiedenen Lage der Schliffpräparate begründet sind. Auf der Längsfläche wurden als Mittelwerthe 37° 51′, 40° 29′, 41° 54′

angegeben, welche sämmtlich den oben mitgetheilten ziemlich nahe kommen.

Ausser dem Anorthite vom Vesuv hat Des Cloizeaux noch den Anorthit von Höjden in Schweden, sowie Krystalle von Bjerna in Finnland, welche ihm als Labradorit von Nordenskiöld geschickt worden waren, im parallelen polarisirten Lichte untersucht und die Auslöschungsschiefe auf Schliffen parallel P und M für ersteren zu 32° 10′ bis 35° 40′ und 35° 22′ bis 38° 57′ (P), 32° 40′ (M), für den zweiten zu 26° 50′ und 30° 59′, 32° 10′ und 27° 59′, 34° 43′ und 28° 20′ (P), 27° 15′ bis 35° 49′ (M) bestimmt. Von den übrigen Beobachtungen Des Cloizeaux's erscheint noch besonders erwähnenswerth, dass derselbe auf der Längsfläche sowohl des Anorthites von Höjden, als des Anorthites von Bjerna Einlagerungen von Zwillingslamellen des Gesetzes: Zwillingsaxe die Makrodiagonale bemerkt hat, welche seiner Angabe zufolge in beiden Plagioklasen im Sinne der Auslöschungsschiefe jedoch unter einem Winkel gegen die Kante P/M geneigt sind, welcher in ersterem 18° 48′, in letzterem 13° 33′, also ebenso viel beträgt, wie in dem gleichfalls hierher gehörigen Esmarkit von Bamle.

In den beiden Anorthiten endlich von Rådmanson (bei Stockholm), sowie aus dem Eukrit von Hammerfest (Hyperit Nordenskiöld's), scheinen Vertreter der Mischungen $Ab_1\ An_9$ und $Ab_1\ An_6$ sowie ähnlicher Mischungen vorzuliegen, wie aus den von Des Cloizeaux im Anhange seines „Mémoire sur le microcline“ gleichfalls mitgetheilten Analysen von Oeberg (Rådmanson) und Pisani (Hammerfest) hervorgeht. In Uebereinstimmung damit sind auch die von Des Cloizeaux für die Auslöschungsschiefe auf P und M gefundenen Werthe im Allgemeinen kleiner als bei den eigentlichen Anorthiten.

IV.

Uebersicht der Resultate.

Bei der soeben gegebenen Darstellung der Beobachtungen, welche sich auf die optische Orientirung der Plagioklase beziehen, wurde hauptsächlich ein doppelter Zweck verfolgt. Zunächst sollten die optischen Eigenthümlichkeiten, welche für die einzelnen Gruppen

von Plagioklasen charakteristisch sind, möglichst deutlich hervorgehoben werden, sodann aber sollten die in der Beschaffenheit und Ausbildung des Materiales begründeten Schwierigkeiten und die sich hieraus ergebenden Fehlerquellen dargethan und daraus die Grenze der Genauigkeit, bis zu welcher die optische Untersuchung einer jeden dieser Gruppen gegenwärtig durchführbar ist, ermittelt werden. Vergleichsweise wurden auch die wichtigsten der von Des Cloizeaux gelieferten Daten an geeigneter Stelle eingefügt und bezüglich ihrer grösseren oder geringeren Uebereinstimmung mit den eigenen besprochen.

Gestützt auf die vorausgeschickten Mittheilungen und Erörterungen will ich es im Folgenden versuchen, nicht nur sämmtliche über das optische Verhalten der Plagioklase bisher bekannten Thatsachen in einem übersichtlichen Gesammtbilde der ganzen Reihe der Kalknatronfeldspathe zu vereinigen, sondern gleichzeitig die Frage zu beantworten, welche Consequenzen sowohl theoretischer Art, was namentlich die Tschermak'sche Theorie betrifft, als praktischer Art, was namentlich die Unterscheidung und Bestimmung der einzelnen triklinen Feldspathe auf optischem Wege betrifft, sich insbesondere aus meinen eigenen Untersuchungen ergeben.

Das wichtigste Resultat derselben, welches alle weiteren Folgerungen in sich schliesst, lässt sich in jenem allgemeinen Satze ausdrücken, den ich schon vor einem Jahre[1]) ausgesprochen habe, dass nemlich die Kalknatronfeldspathe auch in optischer Beziehung eine analoge Reihe bilden, wie nach allen ihren übrigen Eigenschaften, und dass jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Grenzglieder auch ein bestimmtes optisches Verhalten zu entsprechen scheint, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert.

Der spezielle Nachweis dieses Satzes, dessen Berechtigung im Allgemeinen schon daraus hervorgeht, dass wir auf dem oben eingeschlagenen Wege, da wir vom Albit beginnend zum Anorthit fortschritten, bei der vergleichenden Betrachtung des optischen Verhaltens der Albit-Anorthitreihe an keinem Punkte derselben zu

---

[1]) Separat-Abdruck aus d. LXXX. Bande d. Sitzungsber. d. k. Akad. der Wiss. I. Abth. Juli-Heft 1879, S. 2.

einem Widerspruch gelangten, wird unsere nächste Aufgabe sein. Zuvor sei es gestattet, die gegenseitigen Beziehungen, welche zwischen den chemischen, physikalischen und krystallographischen Eigenschaften der Plagioklase bestehen, in Kurzem nebeneinanderzustellen.

Dass sämmtliche in der Natur vorkommenden Kalknatronfeldspathe gemäss ihrer chemischen Constitution eine geschlossene Reihe bilden, deren Anfangsglied, der reine Natronfeldspath, mit dem Endgliede der Reihe, dem reinen Kalkfeldspathe, durch eine sehr grosse Zahl von Zwischengliedern, die eigentlichen Plagioklase, verbunden ist, ist eine durch jede vertrauenswürdige Analyse von Neuem bestätigte Thatsache, welche heutzutage wohl von Niemandem mehr bezweifelt werden kann, selbst nicht von jenen Forschern, welche die von Tschermak zur Erklärung dieser Thatsache aufgestellte Theorie nicht gelten lassen wollen, dass die Plagioklase das Resultat isomorpher Mischungen seien. Aehnlich verhält es sich auch mit dem Eigengewichte der Feldspathe, wie Tschermak ebenfalls nachgewiesen hat.

Seit G. vom Rath's eingehenden diesbezüglichen Studien, deren bereits in der historischen Uebersicht der vorliegenden Arbeit Erwähnung geschah, ist es ferner in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch die Krystallform der Zwischenglieder in entsprechender Weise wie die chemische Zusammensetzung die Mitte halte zwischen Albit und Anorthit. Die beiden letzteren Feldspathe zeigen nemlich, wie G. vom Rath bei dieser Gelegenheit hervorhebt, trotz ihrer grossen Formähnlichkeit doch einen wesentlichen Unterschied in den Axenelementen, indem bei gleicher Lage der stumpfen Kante P/M zur Rechten des Beschauers und bei gleicher Neigung der Endfläche nach vorne abwärts, im vorderen rechten Quadranten der Winkel (γ) der Längs- und Queraxe beim Albit kleiner (87° 51′), beim Anorthit dagegen grösser als ein Rechter (91° 12′) ist. Da nun die Lage des rhombischen Schnittes, jener eigenthümlichen Verwachsungsebene der Zwillingsindividuen des Periklingesetzes mit der Grösse dieses Axenwinkels in der Weise zusammenhängt, dass der rhombische Schnitt mit der Endfläche selbst zusammenfällt, wenn γ einem Rechten gleich wird, so ist uns in der Beobachtung des Verlaufes der Zwillingskanten der periklinähnlichen Zwillinge auf der Längsfläche, respective in der Messung des Winkels, den

die Trace des rhombischen Schnittes auf der Längsfläche mit der Kante P/M einschliesst, ein Mittel an die Hand gegeben, die geringsten Aenderungen in der Grösse dieses Axenwinkels mit verhältnissmässiger Leichtigkeit nachzuweisen und durch die ganze Plagioklasreihe hindurch zu verfolgen. Die schon an und für sich höchst interessante Thatsache, dass eine Ebene, wie der rhombische Schnitt, die gar keine krystallonomische Bedeutung hat, als Berührungsfläche auftreten kann, gewinnt noch an Bedeutung durch den weiteren Umstand, dass diese Verwachsung nicht etwa vereinzelt und stellenweise stattfindet, sondern dass vielmehr polysynthetische Ausbildung des Periklingesetzes parallel dieser Ebene sehr häufig zu beobachten ist, Verhältnisse, wie sie namentlich beim Anorthite von Pesmeda ausführlich besprochen wurden.

Durch das Studium der auf solche Weise entstehenden Zwillingsstreifung auf der Längsfläche, war es mir möglich, die Lage des rhombischen Schnittes an mehreren Plagioklasen zu ermitteln, von denen dieselbe bisher noch nicht bekannt war, wie gleichfalls oben gezeigt wurde. Nach dem Vorgange und Beispiele G. vom Rath's haben auch noch einige andere Forscher, wie Des Cloizeaux und Wiik[1]) auf diese Verhältnisse ihr Augenmerk gerichtet gelegentlich der Untersuchung gewisser Plagioklase auf der Längsfläche. Die sämmtlichen auf vorliegenden Gegenstand bezüglichen Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Die zweite Columne dieser Tabelle enthält den Winkel (σ), welchen die schliesslich beigefügten Autoren an den in der dritten Columne aufgeführten Plagioklasen zwischen der Trace des rhombischen Schnittes und der Kante P/M auf der Längsfläche gefunden haben. Das positive Zeichen des Winkels hat dieselbe Bedeutung wie für die Angaben, welche sich auf die Auslöschungsschiefe beziehen, nemlich einen gleichsinnigen Verlauf der betreffenden Zwillingskante auf M mit der Trace der Fläche x gegen die Kante zwischen End- und Längsfläche, während mit dem negativen Zeichen natürlich der entgegengesetzte Verlauf angedeutet ist. In der ersten Columne sind die Hauptgruppen der Feldspathe angegeben, denen die nebenstehenden untersuchten Vorkommnisse nach ihrer chemischen Zusammensetzung angehören.

---

[1]) l. c. in seinen Mittheilungen über finnische Mineralien. Siehe den Auszug dieser Arbeit in Groth's Zeitschr. f. Krystallographie 1878, II. Bd., S. 498.

Albit . . .	+ 22°	Schmirn (ber. a. d. Axenel.), Kragerö	G. vom Rath
		Hyposklerit Arendal	G. vom Rath
	+ 20°	Somero	Wiik
	+ 13°	Periklinalbit von Pfunders . .	G. vom Rath
Oligoklasalbit	+ 9° bis + 7°	Sillböle	Wiik
Oligoklas . .	+ 5 bis + 5° 20′	Bamle und Arendal	Des Cloizeaux
	+ 5° bis + 4°	Kimito	Wiik
	+ 6° 42′ bis + 3° 22′	Vestre Kjörrestad . . . . . (ähnlich Tvedestrand)	Brögger u. Reusch Schuster
	+ 4°	Vestre Kjörrestad	G. vom Rath
	nahe 0°	Antisana, Niedermendig, Oligoklas und Andesin v. Vesuv	G. vom Rath
Andesin . .	+ 1°	St. Raphael Dep. du Var . .	Schuster
	0	Stansvik	Wiik
Labradorit .	— 2° 1′	Ojamo (ähnlich Labrador) . .	Schuster
	— 1° bis — 2°	Labradorit Lojo	Wiik
Bytownit . .	— 8° 48′	Näroëdal	Schuster
	— 10°	Vischegrad	G. vom Rath
	— 13° 33′	Bjerna	Des Cloizeaux
	— 14°	Esmarkit von Bamle	Des Cloizeaux
Anorthit . .	— 14° bis — 15°	Lepolith Lojo	Wiik
	— 16° 2′	Vesuv	G. vom Rath
	— 17° 54′	Pesmeda	Schuster
	— 18° 48′	Höjden	Des Cloizeaux.

Aus der Tabelle wird sofort ersichtlich, dass der rhombische Schnitt bei der oben gewählten Aufstellung der Krystalle in den zwischen Albit und Andesin liegenden Mischungsgliedern einem hinteren Hemidoma ($\bar{h}$ 0 l), in den zwischen Labradorit und Anorthit liegenden Mischungen hingegen einem vorderen Hemidoma (h 0 l) in seiner Lage entspricht. Mit Rücksicht auf das vorhin Gesagte lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass in den erstgenannten Plagioklasvarietäten der Axenwinkel γ kleiner, in den letzteren grösser als 90° sei, und dass die Abweichungen desselben vom Rechten in den dem Albit und Anorthit nahestehenden Mischungen am grössten seien, dagegen immer kleiner werden, je mehr man sich der Mitte der Reihe nähert.

Man bemerkt, dass diese Abnahme nicht gleichförmig, sondern anfangs rascher, später langsamer erfolgt, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob bei der Mischung von ungefähr gleichen Mengen Albit- und Anorthitsubstanz thatsächlich eine Art constanter Mittelform zu Stande käme. Wenn der Winkel des rhombischen Schnittes mit der Endfläche ein sehr geringer ist, dann lässt sich sein Werth nur unter besonders günstigen Umständen genau bestimmen.

Ob es solche Plagioklase gebe, bei denen die Längs- und Queraxen genau senkrecht aufeinander stehen, kann ich aus eigener Erfahrung nicht entscheiden. Doch drängen die am Andesin von St. Raphael und am Labradorit von Ojamo (im Einklange mit Wiik) gemachten Beobachtungen mich zur Vermuthung, dass dieser Fall, wenn überhaupt, so in den zwischen Ab_3 An_2 und Ab_1 An_1 stehenden Mischungen eintreten müsse, nachdem sich im ersteren mit Sicherheit ein von Null zwar wenig verschiedener aber positiver, im zweiten ein entschieden negativer Werth des Winkels σ nachweisen liess. Auch G. vom Rath hat l. c. die Ansicht ausgesprochen, dass der Parallelismus der Trace des rhombischen Schnittes mit der Kante P/M für die Andesine die charakteristische Mittelrichtung sei.

Man wird zugeben müssen, dass auch in den eben behandelten krystallographischen Verhältnissen der Albit-Anorthitreihe eine hohe Gesetzmässigkeit sich ausspricht, welche in der Tschermak'schen Theorie ihre naturgemässeste Erklärung findet.

Die Frage endlich, wie sich die Plagioklase in optischer Hinsicht gegen einander verhalten, würde jedenfalls nicht schwer zu beantworten sein, wenn uns die optischen Constanten sämmtlicher

triklinen Feldspathe vollständig bekannt wären. Leider ist dies nicht der Fall.

Was insbesondere die Grösse der Doppelbrechung, nemlich die relative und absolute Grösse der Hauptbrechungsquotienten anbelangt, so sind unsere Kenntnisse darüber noch zu lückenhaft, um zur Grundlage irgend eines Vergleiches dienen zu können. Wohl hat Des Cloizeaux bereits 1862 in seinem „Manuel de Minéralogie“, pag. 322, an zwei senkrecht zu beiden Mittellinien aus einem Albitkrystall von Tirol geschnittenen Lamellen den scheinbaren spitzen Axenwinkel in Oel $2\,Ha = 83^0\ 5'$ (roth) und den stumpfen $2\,Ho = 108^0\ 55'$ (roth) gemessen und hieraus und aus dem Brechungsquotienten des Oeles ($n_r = 1{\cdot}465$) den wahren $2\,V_r = 78^0\ 20'$ und den scheinbaren Axenwinkel in Luf $2\,E_r = 152^0\ 22'$ berechnet, woraus sich $\beta_r = 1{\cdot}531$ ergibt. In gleicher Weise liesse sich auch der mittlere Brechungsindex für ein chemisch ziemlich gut charakterisirtes Mittelglied, nemlich den Oligoklas von Tvedestrand aus Angaben Des Cloizeaux's über den scheinbaren spitzen und stumpfen Axenwinkel dieses Feldspathes (in Oel) berechnen. Allein diese Berechnung hätte wenigstens vorläufig noch keinen rechten Zweck, so lange nicht auch von dem Endgliede, dem Anorthit, Platten zu Gebote stehen, die aus einem einzigen Krystalle, und zwar senkrecht zu beiden Mittellinien angefertigt sind.

Wie immer übrigens die absolute Grösse des mittleren Brechungsquotienten im Albit und Anorthit beschaffen sein mag, so folgt doch schon daraus, dass im Albite die Axe der kleinsten Elastizität (c) mit der Mittellinie des spitzen Axenwinkels, im Anorthite dagegen dieselbe Elastizitätsaxe (c) mit der Mittellinie des stumpfen Axenwinkels zusammenfällt, wenigstens das Eine mit Gewissheit, dass der mittlere Brechungsquotient, relativ genommen, im Albit dessen kleinsten, derjenige im Anorthit dessen grössten Brechungsquotienten näher liegen müsse. Ueber die absolute oder relative Grösse der beiden andern Hauptbrechungsquotienten der triklinen Feldspathe scheint gegenwärtig überhaupt noch jede Angabe zu fehlen.

Was hingegen die Lage der optischen Elastizitätsaxen mitBezug auf die Krystallform und alle jene Verhältnisse betrifft, welche damit in engem Zusammenhange stehen, so liefert die Untersuchung der Plagioklase im parallelen und convergenten polarisirten Lichte,

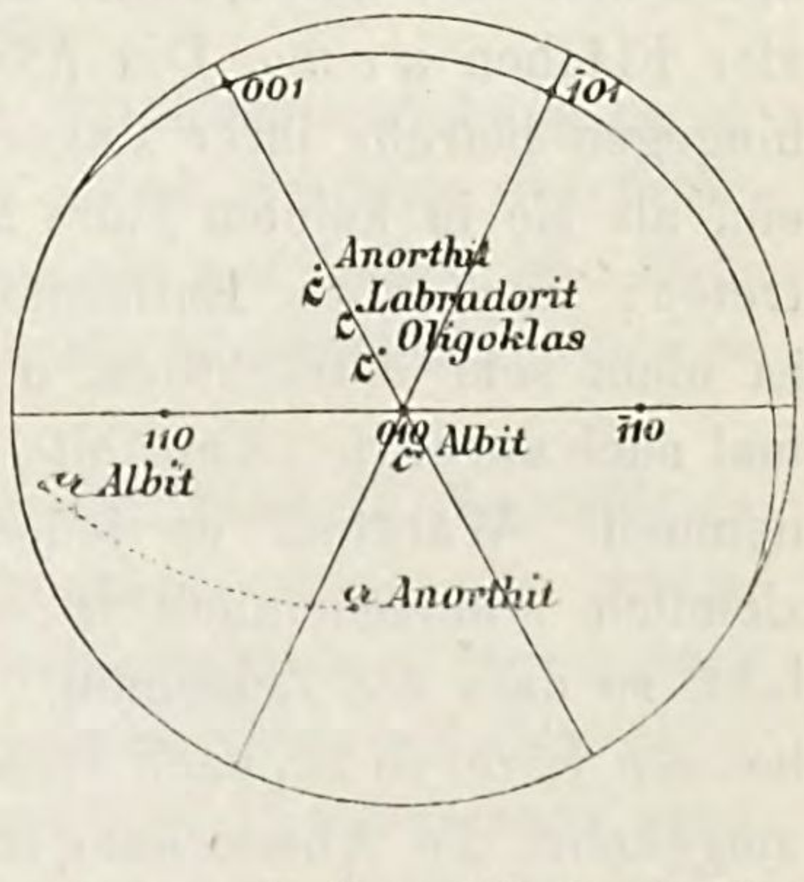
welche ja den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet, schon jetzt linlängliches Material zur vergleichenden Betrachtung.

Auf eine directe Ermittlung der Orientirung der optischen Elastizitätsaxen, etwa durch Messung des Winkels, welchen die zu beiden Mittellinien senkrecht geschliffenen Platten mit Endfläche, Längsfläche und einer Prismenfläche des betreffenden Krystalles einschliessen, war mein Streben eigentlich nicht gerichtet, da ja in den meisten Fällen schon die indirect aus der Beobachtung der Interferenzerscheinungen der Plagioklase auf Spaltblättchen parallel *M* erhaltenen Resultate dem hier verfolgten Zwecke eines Vergleiches vollständig genügten. Nur dort, wo die Verhältnisse zu complicirt waren, um aus diesen Interferenzerscheinungen allein schon einen sicheren Schluss auf die Lage der in der Nähe der Normalen zur Längsfläche austretenden Mittellinie zu gestatten, wie beim Labradorit und noch mehr beim Anorthit, wurde in der soeben angedeuteten Weise vorgegangen. Die diesbezüglichen Angaben Des Cloizeaux's sind bereits oben eingehend besprochen worden.

Richten wir unsere Aufmerksamkeit zunächst wieder auf den Unterschied, welcher zwischen Albit und Anorthit besteht!

In der vor einem Jahre in Form eines Auszuges der vorliegenden Arbeit veröffentlichten vorläufigen Mittheilung habe ich in der Projection eines Albitkrystalles auf seine Längsfläche die Durchschnittspunkte der Axen der grössten a) und kleinsten (c) Elastizität in einer dem Albit und Anorthit bezüglich 001, 110 und 010 entsprechenden Lage eingetragen, und zwar die Durchschnittspunkte von c für Albit und von a für Anorthit nach den oben citirten Angaben von Des Cloizeaux und von c für Anorthit nach meinen eigenen Messungen; für a des Albites wurde der Durchschnittspunkt mit der Projectionsebene aus der Lage von c und dem Verlaufe der Axenebene gegen *P*/*M* bestimmt. Diese Zeichnung, welche in beistehender Figur 3 wiedergegeben ist, darf zwar keinen Anspruch auf mathematische Genauigkeit erheben, entspricht jedoch vollkom-

Fig. 3.



men dem Zwecke der Uebersichtlichkeit. Die Ungenauigkeit rührt weniger davon her, dass weder die Winkel der Zonen P/M und M/l (respective der Vertical- mit der Längsaxe) im Albit (63° 18′ [1]) und Anorthit (64° 5′) einander vollständig gleichen, noch auch die Projection von 110 und 001 für beide Feldspathe genau übereinstimmt, weil das rechte Prisma zum Beispiel mit der Längsfläche im Albit, 60° 35′ und im Anorthit 58° 5′ einschliesst — denn diese Fehler lassen sich bei der Construction jener Durchschnittspunkte grösstentheils umgehen — sondern weit mehr von der im früheren Abschnitte vielfach nachgewiesenen Unsicherheit der Angaben über die Lage der Elastizitätsaxen, namentlich was den Winkel derselben mit den Prismenflächen betrifft. Letztere Angaben sind übrigens, wie gleichfalls bewiesen wurde, zum Zwecke des Vergleiches vollkommen brauchbar, wenn nur von einer mathematischen Behandlung der Verhältnisse abgesehen wird.

Aus der Figur ersieht man beim ersten Anblick, dass die durch die Axen der kleinsten und grössten Elastizität gehenden Ebenen, die Ebenen der optischen Axen, im Albit und im Anorthit eine gänzlich verschiedene Lage haben, ja dass sie in den beiden Feldspathen aufeinander nahezu senkrecht stehen. a des Albites ist von a des Anorthites um beiläufig 70° entfernt. Dabei liegt der Fusspunkt von a im Albit in der Gegend einer gedachten Querfläche dieses Feldspathes [2]), im Anorthit dagegen irgendwo zwischen den Polen der zur rechten unteren Ecke vorn zusammenstossenden vier Flächen $u\ v\ \pi\ o$. Die Axen der kleinsten Elastizität (c) stimmen hingegen betreffs ihrer Lage in beiden Feldspathen insoferne überein, als sie in keinem Falle aus der Zonenebene P/M stark heraustreten; auch ihre Entfernung von der Normalen zur Längsfläche ist nicht sehr beträchtlich, obwohl im entgegengesetzten Sinne einmal nach aufwärts (Anorthit), das andere Mal nach abwärts (Albit) zu nehmen. Während es jedoch für den Anorthit zum mindesten ziemlich wahrscheinlich ist, dass c genau in die erwähnte Zone fällt, so dass die Zeichnung vielleicht in dieser Beziehung zu verbessern wäre, so ist, nach verschiedenen Beobachtungen zu schliessen, umgekehrt die Abweichung von der Zonenebene für c des Albites in der Figur eher zu gering angegeben.

---

[1]) Nach G. vom Rath.

[2]) Die Zeichnung wäre genauer, wenn der Fusspunkt von a ca. 2° weiter nach abwärts gerückt würde.

Würden beide Elastizitätsaxen c genau in der Zone P/M liegen, so würde sich aus dem Winkelabstande einer jeden einzelnen von M ihr gegenseitiger Abstand zu ungefähr 60^0 ergeben, welcher Werth übrigens unter allen Umständen dem wirklichen sich ziemlich nähert. Aus dem eben Gesagten sieht man ferner, dass es im Allgemeinen viel leichter ist, die Verhältnisse um die Elastizitätsaxe c herum im Albit und Anorthit kennen zu lernen, als diejenigen, welche die Elastizitätsaxe a betreffen, weil man im ersteren Falle die Beobachtung auf Zonenschnitte P/M beschränken kann, wofern dieselben nur von M ungefähr gleichen Abstand haben wie die Elastizitätsaxe c des betreffenden Feldspathes. Gleiches muss jedoch auch von den Zwischengliedern zwischen Albit und Anorthit gelten, wenn in der That jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert.

Damit nemlich die optische Orientirung des Albites in diejenige des Anorthites übergehe, muss nicht allein c des Albites in der Zone P/M nach aufwärts wandern, bis sie mit c des Anorthites zusammenfällt, sondern auch gleichzeitig die Axenebene um dieselbe Mittellinie eine derartige Drehung ausführen, dass auch a des Albites in jene Position geräth, welche a des Anorthites inne hat. Dieses Wandern der beiden Mittellinien, wenn man vom Albit zum Anorthit fortschreitet, findet wirklich statt.

Man kann sich davon theils direct, durch Untersuchung geeigneter Zonenschnitte P/M, theils indirect, durch Studium der Interferenzerscheinungen der einzelnen Plagioklase auf Längs- und Endfläche im convergenten Lichte meist leicht überzeugen, wie dies ausführlich beschrieben wurde.

Die aufmerksame Betrachtung der auf Tafel II abgebildeten Figuren, welche sich sämmtlich in der gleichen, durch die nebenstehenden Schemata angedeuteten krystallographischen Orientirung und gleichsam in 45^0-Stellung zu den gekreuzten Nicols befinden, wird in dieser Beziehung hinlänglich Aufschluss geben. Der oben auf Grund sämmtlicher Erfahrungen aufgestellte Satz, dass in der Reihe der Kalknatronfeldspathe im optischen Verhalten ein ähnlicher Uebergang stattfinde, wie in krystallographischer und chemischer Hinsicht, hat also zunächst die Bedeutung, dass in den Zwischengliedern die beiden

hier betrachteten Elastizitätsaxen, mithin auch die Axenebenen eine dem Grade der Mischung entsprechende intermediäre Lage besitzen und seine Richtigkeit kann nicht bestritten werden, solange nicht widersprechende Beobachtungen vorliegen, denen zufolge in irgend einem Mittelgliede, z. B. Labradorit, die Axen c und a mit den entsprechenden Elastizitätsaxen des Albites einen kleineren Winkel einschliessen, als in einem anderen Mittelgliede, wenn letzteres, wie z. B. der Oligoklas, dem Albite in chemischer (und krystallographischer) Hinsicht näher steht. Dagegen ist die Beobachtungsreihe allerdings noch zu unvollständig, um darüber zu entscheiden, ob dieser Uebergang aus der Orientirung des Albites in die des Anorthites auf dem kürzesten Wege und ob er an allen Punkten der chemischen Reihe gleich schnell vor sich geht. Obwohl diese Frage gewiss mehr nebensächlich ist, wird sich doch vielleicht bei Besprechung des Verhaltens im parallelen polarisirten Lichte Gelegenheit ergeben, darauf noch zurückzukommen.

Axenwinkel und Dispersionserscheinungen hängen nicht so sehr mit der optischen Orientirung, als mit der absoluten und relativen Grösse der drei Hauptbrechungsquotienten zusammen.

Da nun gerade über diese Punkte unser Wissen hinsichtlich der Plagioklase heute noch viel zu unvollkommen ist, so könnte leicht manches als Widerspruch erscheinen, was bei vollständiger Kenntniss der Verhältnisse sich vielleicht ungezwungen erklären lässt. Jedenfalls war es misslich, aus der Beobachtung gerade dieser beiden Grössen Argumente für oder wider die Tschermak'sche Theorie herzunehmen, wie dies Des Cloizeaux seinerzeit bekanntlich gethan hat.

Was zunächst den Axenwinkel betrifft, so lässt sich ein Vergleich überhaupt nur in der Weise durchführen, dass man die Aenderungen desselben mit Rücksicht auf eine und dieselbe Elastizitätsaxe bei sämmtlichen Kalknatronfeldspathen ins Auge fasst. Die Schwierigkeit einer genauen Bestimmung des Axenwinkels, zumal in gewissen stark verzwillingten Zwischengliedern, ist zur Genüge betont worden.

Die in Betreff der Elastizitätsaxe c, respective der positiven Mittellinie gemachten Mittheilungen lassen sich kurz in folgenden Sätzen recapituliren: Das Wandern der Elasticitätsaxe c nach aufwärts ist anfangs von einem Wachsen des anliegenden Axenwinkels

begleitet, indem derselbe im Albit kleiner als 90° ist, in den folgenden Gliedern der Plagioklasreihe dem Rechten sich mehr und mehr nähert, bis er in den Oligoklasen fast ebensoweit darüber hinausgeht, als er im Albit darunter bleibt; ob er schon hier oder erst bei gewissen Andesinen sein Maximum erreicht, muss dahingestellt bleiben, — jedenfalls ist er in den dem Labradorit näher stehenden Andesinen bereits wieder in Abnahme begriffen; in den Labradoriten ist er ungefähr so gross, wie im Albit, durchgehends kleiner als ein Rechter; nachdem er jedoch in gewissen Labradoritvarietäten sein Minimum erreicht hat, scheint er wieder zu wachsen, bis er im Anorthit seinen Maximalwerth erreicht, welcher weit über 90° hinausgeht. Hinsichtlich der um die positive Mittellinie herum beobachteten Dispersionserscheinungen will ich nur jene nochmals hervorheben, welche sich auf die am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder beziehen und welche auf Tafel III abgebildet sind.

Die Figuren sind, wie bereits erwähnt wurde, so angefertigt, dass die auf der rechten Längsfläche des orientirt gestellten Krystalles nach vorn unten austretende Axe (a) immer links, die nach hinten oben austretende Axe (b) immer rechts erscheint.

Man sieht zunächst, dass Albit und Anorthit nicht nur hinsichtlich der Grösse des Axenwinkels überhaupt, sondern auch hinsichtlich der Grösse des den verschiedenen Farben zukommenden Axenwinkels zu einander im Gegensatze stehen, indem nemlich, bezogen auf eine und dieselbe Mittellinie (c) im Albit $\rho < \upsilon$, im Anorthit $\rho > \upsilon$ ist.

Wenn die Zunahme und Abnahme des Winkels der optischen Axen, von welcher vorhin die Rede war, für alle Farben gleich schnell erfolgen würde, so müsste in der ganzen weiteren Plagioklasreihe dieselbe Dispersion angetroffen werden, wie im Albit oder Anorthit selbst und die Dispersion der beiden Endglieder würde unvermittelt dastehen. Dies ist jedoch keineswegs der Fall. Während nemlich im Anfange der Reihe (vom Albit bis zum Labradorit) der Winkel der blauen Axen sowohl schneller zuzunehmen als abzunehmen scheint, unter welcher Voraussetzung es sich recht gut erklären liesse, weshalb bei der Zunahme des Winkels (beim Oligoklas z. B.) die gewöhnliche Dispersion sehr deutlich wird, während bei der darauffolgenden Abnahme (gegen den Labradorit hin) die gewöhnliche Dispersion sich gleichfalls vermindert und bei

gewissen Labradoritvarietäten (von Ojamo) sogar fast Null gefunden wurde — ist zu vermuthen, dass in den darauffolgenden Gliedern der Reihe, welche bereits dem Anorthit näher stehen, der Winkel der rothen Axen schneller zunimmt, wodurch $\rho > \upsilon$ entsteht, welche im Anorthit ihr Maximum erreicht. Dazu kommt ferner noch der Umstand, dass auch die Mittellinien der verschiedenen Farben selbst nicht gleich schnell vorzurücken scheinen; die Art des Auftretens von geneigter Dispersion würde nemlich vermuthen lassen, dass anfangs die Mittellinie der rothen Axen, später diejenige der blauen Axen auf ihrem Wege etwas zurückbleibt.

Noch complicirter und schwieriger gestalten sich die Verhältnisse endlich dadurch, dass nebst den übrigen Dispersionen auch gekreuzte (zumal in den Mittelgliedern) und zuweilen selbst horizontale deutlich vorhanden sind, welche zu dem Schlusse drängen, dass auch bei der Drehung der Axenebene hinsichtlich der verschiedenen Farben eine ähnliche Verschiedenheit herrsche. Wie dem auch sei, jedenfalls werden diese wenigen Andeutungen genügen, um darzuthun, einerseits, dass die bisherigen Beobachtungen im convergenten Lichte der Tschermak'schen Theorie so wenig widersprechen, dass sich vielmehr umgekehrt aus dieser Theorie erst eine Menge Anhaltspunkte für eine richtige Beurtheilung und Auffassung derselben ergeben, andererseits aber auch, dass die vollständige Aufklärung der eben geschilderten Verhältnisse, sowie die vollkommene Sicherstellung des Gesagten eine beträchtlich grössere Zahl möglichst genauer und an möglichst günstigem Materiale ausgeführter Untersuchungen voraussetzt und deshalb erst von der Zukunft zu erwarten ist.

Dagegen sind unsere Beobachtungen über das Verhalten der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte schon heute zahlreich genug, um die vollste Uebereinstimmung zwischen den chemischen und optischen Eigenschaften derselben zu erweisen.

Da die Orientirung der Hauptschwingungsrichtungen des polarisirten Lichtes auf irgend einem Krystallschnitte nicht allein von der Lage der optischen Elastizitätsaxen, also der Lage der Axenebene, sondern gleichzeitig auch von der Grösse des Axenwinkels und der Art der Dispersion abhängt, so dass überhaupt die Auslöschungsschiefe irgend eines Blättchens erst dann vollständig bestimmt ist, wofern man die genaue krystallographische Orientirung der

beiden optischen Axen, mithin auch die Tracen der durch sie und die Plattennormale gelegten Ebenen kennt, so muss auch die Gesammtheit des optischen Verhaltens der Plagioklase in ihrer Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* am deutlichsten zum Ausdruck kommen.

Die im vorigen Abschnitte darüber gemachten Mittheilungen beziehen sich durchwegs auf die der Kante *P*/*M* zunächstgelegene Auslöschungsrichtung, welche bei sämmtlichen Plagioklasen zugleich der Trace der Axenebene auf der betreffenden Fläche stets näher liegt, als die darauf senkrechte Auslöschungsrichtung. Die Erfahrung lehrt zunächst, dass Albit und Anorthit bezüglich ihrer Auslöschungsschiefe sowohl durch die Grösse als durch die Orientirung derselben in einem gewissen Gegensatze stehen, dass man die Auslöschungsschiefe im Anorthit als negativ bezeichnen muss, wofern die des Albites einen positiven Werth besitzt, dass jedoch diese durch die beiden Endglieder repräsentirten Gegensätze und Grenzwerthe nicht unvermittelt dastehen, sondern durch ebenso viele Mittelwerthe verbunden sind, als es chemische Zwischenglieder zwischen reinem Natron- und reinem Kalkfeldspath gibt.

Der allmälige Uebergang aus dem Verhalten des Albites in jenes des Anorthites, demzufolge die Auslöschungsschiefe geradezu als eine Function des Mischungsverhältnisses der beiden Feldspathsubstanzen sich darstellt, wird aus der im Folgenden gegebenen übersichtlichen Zusammenstellung der bei der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte gewonnenen Resultate unmittelbar ersichtlich werden.

In diese Tabelle sind auch einige von Wiik l. c. gemachte Beobachtungen sowie die wichtigsten der von Des Cloizeaux gelieferten Daten mit aufgenommen.

Bezüglich der Genauigkeit der einzelnen Angaben findet sich im vorigen Abschnitte der vorliegenden Arbeit der nöthige Commentar und es genügt daher auf das dort Gesagte zu verweisen.

Beobachtete Auslöschungsschiefe auf *P*	Untersuchtes Vorkommen	Beobachter	Beobachtete Auslöschungsschiefe auf *M*
+ 4° 51′ bis + 3° 54′	Albite a. d. Dauphinée, v. Kiräbinsk, Moriah, Roc Tourné, Schweiz, Tirol, Peristert von Canada	Des Cl.	+ 20° bis + 15° 33′
+ 3° 54′ b. + 3° 40′	Fusch, Schmirn	S.	+ 17° 54′ b. + 17° 35′
	Sillböle, Finnland	W.	+ 15° b. + 10°
+ 2° 45′	St Vincenz, Steiermark (Sobboth)	Des Cl.	
+ 2° 29′ b. + 2° 03′	Sobboth, Wilmington	S.	+ 11° 44′ b + 11° 13′
+ 2° 5′ b. + 1° 32′	Ytterby (ähnlich Mineral Hill nach Des Cloizeaux)	S. u. Des Cl.	+ 9° 6′ b. + 4° 54′
+ 2° b. + 1°	Arendal	S. u. Des Cl.	+ 7° b. + 4°
+ 1° 21′ b. + 1°	Tvedestrand (ähnlich Bamle, Des Cloizeaux)	S.	+ 5° b. + 2°
+ 2° b. 0°	Tilasiwuori, Finnland	Des Cl.	+ 5°
+ 1° b. 0°	Plagioklas aus egyptischem Granit	Des Cl.	+ 3° b. + 1°
	Kimito	W.	0°
— 1° b. — 3°	Château Richer Canada, ähnlich Telham Massachusetts	Des Cl.	— 5° 4′
	Fréjus, Esterel-Gebirge	Des Cl.	— 2° b. — 5°
— 1° b. — 3° 6′	St. Raphael, Dep. du Var	S.	— 4° 30′ b. — 8° und
		Des Cl.	— 10° b. — 12°
	Stansvik	W.	— 10°
— 4° b. — 5°	Ojamo (Lojo)	S. u. W.	— 15° b. — 17°
— 5° 12′ b. — 5° 24′	Labrador	S.	— 17° b. — 18° 30′
— 6° 42′ b. — 6° 54′	Kamenoi Brod	S.	— 19° b. — 21°
— 5° 42′ b. — 7° 15′	Ojamo	Des Cl.	— 18° 30′ b. — 20° 10′
— 11° b. — 17° 30′	Volpersdorf	S.	— 25° 30′ b. — 31°
— 14° 30′ b. — 20°	Näroëdal	S.	— 28° b. — 32°
— 24° 22′ b. — 29° 7′	Plagioklas aus dem Eukrit von Hammerfest	Des Cl.	
— 26° 35′	Rådmanson	Des Cl.	— 34° 30′
	Lepolith von Lojo	W.	— 35° b. — 40°
— 34° b. — 42°	Bjernå, Höjden Vesuv, Pesmeda	Des Cl. S.	— 35° b. — 43°

So schwer es im Allgemeinen wäre, nach dieser Tabelle für ein bestimmtes Vorkommen einen ganz bestimmten Werth der Auslöschungsschiefen anzugeben, so leicht lässt sich daraus das Gesetz erkennen, welches die Gesammtheit der Beobachtungen beherrscht, das Gesetz nemlich, dass die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* in den aufeinanderfolgenden Gliedern der chemischen Mischungsreihe umsomehr abnimmt (respective einen desto grösseren negativen Werth erhält), je mehr man dem Endgliede, umsomehr zunimmt (resp. einen desto kleineren negativen Werth erhält), je mehr man dem Anfangsgliede sich nähert.

Ist einmal dieser Zusammenhang zwischen der Auslöschungsschiefe und der chemischen Zusammensetzung richtig erkannt, dann werden die obenstehenden Resultate der Untersuchung der Plagioklase im parallelen polarisirten Lichte zu einem wichtigen Beweismittel für die Richtigkeit der Tschermak'schen Theorie.

Der Umstand, dass die Beobachtungsreihe schon heute fast geschlossen erscheint und Hoffnung vorhanden ist, dass die wenigen Lücken, die noch vorhanden sind, sich ausfüllen werden, sobald die Untersuchung einen grösseren Kreis von Vorkommnissen umfasst, würde dafür sprechen, dass eine sehr grosse Zahl von Zwischengliedern zwischen Albit und Anorthit in der Natur wirklich vorkommen.

Der weitere Umstand, dass die für die optische Orientirung (resp. Auslöschungsschiefe) an Stücken desselben Fundortes ermittelten Werthe oft bedeutende Schwankungen zeigen, die sich keineswegs auf blosse Beobachtungsfehler zurückführen lassen, würde zu dem Schlusse berechtigen, dass in ähnlichen Fällen verschiedene einander nahestehende Mischungsglieder mit- und nebeneinander vorkommen, was übrigens in damit übereinstimmender Weise für gewisse Feldspathe mehrfach bereits direct, auf dem Wege der chemischen Analyse nachgewiesen wurde — so für die Oligoklase von Ytterby, Schaitansk und Arendal, für die verschiedenen Labradoritvarietäten von Lojo und Labrador, von Volpersdorf etc.

Die grosse Gesetzmässigkeit, welche in den Aenderungen der Auslöschungsschiefe sich ausspricht, sobald das Mischungsverhältniss sich ändert, berechtigt vollkommen zu der Voraussetzung, dass dieselben in stetiger Weise vor sich gehen.

Unter dieser Voraussetzung müssen sämmtliche Beobachtungen in Form einer Kurve sich darstellen lassen, durch deren Construction die Möglichkeit geboten ist, auch für jene Mischungen, auf welche sich keine der bisher gemachten Beobachtungen beziehen, die theoretisch ihnen zukommende Auslöschungsschiefe auf empirischem Wege zu bestimmen.

Wenn man die chemische Zusammensetzung der untersuchten Vorkommnisse, ausgedrückt in Molekularprocenten von Albit oder Anorthit, auf der Abscissenaxe eines rechtwinkligen Coordinatensystems aufträgt, in den Endpunkten dieser Abscissen Senkrechte errichtet und die in jedem einzelnen Falle beobachtete Auslöschungsschiefe, in Graden ausgedrückt, auf diesen Senkrechten nach oben oder unten hin abschneidet, wie es ihr Zeichen verlangt, dann erhält man in der That als Verbindungslinie der Endpunkte der einzelnen Ordinaten eine stetige Kurve, welche anfangs ihre sehr schwach convexe Seite, später ihre concave Seite der Abscissenaxe zuwendet, wofern man die Auslöschungsschiefen auf P der Construction zu Grunde legt, während sie im Allgemeinen entgegengesetzt und stärker gekrümmt erscheint, wofern man von den Auslöschungsschiefen auf M ausgeht.

Für diese auf empirischem Wege, durch Einzeichnen der Beobachtungen erhaltenen zwei Linien lässt sich mit Rücksicht auf den Charakter, welchen sie zeigen, die empirische Formel $y = a + b\,x + c\,x^2 + d\,x^3$ aufstellen, wenn man mit x die chemische Zusammensetzung in Molekularprocenten des Anorthites, mit y die Grösse der Auslöschungsschiefe, in Graden ausgedrückt, bezeichnet.

Sobald die vier Constanten a, b, c, d dieser empirischen Formel uns bekannt sind, setzt sie uns in den Stand, alle Punkte der Kurven auf dem Wege der Rechnung festzustellen.

Die Bestimmung dieser vier Constanten erfordert vier Bedingungsgleichungen. Diese werden, wie man durch eine kurze Ueberlegung sich überzeugt, am zweckmässigsten aus der an den beiden Endgliedern der Reihe und irgend einem chemisch gut charakterisirten Mittelgliede beobachteten Auslöschungsschiefe auf P und M und aus der durch die Construction auf empirische Weise ziemlich genau zu ermittelnden Lage des Durchschnittspunktes der Kurve mit der Abscissenaxe gebildet werden.

Durch Anwendung des eben geschilderten Verfahrens gelangte ich zu Resultaten, welche, wie sich zeigen wird, mit sämmtlichen Beobachtungen in höchst befriedigender Weise übereinstimmen. Dabei wurde von folgenden Grundannahmen ausgegangen: Für den reinen Natronfeldspath (*Ab*) ergibt sich als der wahrscheinlichste Werth der Auslöschungsschiefe auf *P* der an den bisher untersuchten Albiten gefundene Maximalwerth von + 5° (+ 4° 54′ Des Cl.), auf der Längsfläche beträgt dieser Winkel + 20°. Für den reinen Kalkfeldspath (*An*) erscheint die Annahme einer Auslöschungsschiefe von — 37° sowohl auf *P* als auch auf *M* durch die Beobachtungen gerechtfertigt. Der Feldspath von Ojamo steht erwiesenermassen einem Gemische von Albit- und Anorthitsubstanz zu gleichen Theilen ($Ab_1\ An_1$) sehr nahe. Seine Auslöschungsschiefe beträgt im Mittel — 5° auf *P*, — 16·3° auf *M*. Wenn das x in Molekularprocenten des Anorthites ausgedrückt wird, so entsprechen dem Albit 0%, dem Anorthit 100%, der Mischung $Ab_1\ An_1$ 50% als Werth von x. Der Zeichnung zufolge schneidet die Kurve der Auslöschungsschiefen auf *P* in einer Entfernung $x = 30\%$, diejenige der Auslöschungsschiefen auf *M* in einer Entfernung $x = 29{\cdot}5\%$ die Abscissenaxe.

Aus diesen Daten lassen sich folgende Gleichungen zusammenstellen:

1. Bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *P*.

$x = 0$	$x = 50$	$x = 100$	$x = 30$
$y = 5$	$y = -5$	$y = -37$	$y = 0$

Diese Werthe für x und y in die allgemeine Gleichung unserer Kurve $y = a + b\,x + c\,x^2 + d\,x^3$ eingesetzt, berechnen sich die Constanten bezüglich der Auslöschungschiefe auf *P* zu:

$$a = +5 \qquad b = -0{\cdot}1752, \qquad c = +0{\cdot}001457$$
$$d = -0{\cdot}00003905$$

und die Gleichung lautet jetzt:

$$y = 5 - 0{\cdot}1752\,x + 0{\cdot}001457\,x^2 - 0{\cdot}00003905\,x^3 \quad \text{I.}$$

2. Bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *M*.

$x = 0$	$x = 50$	$x = 100$	$x = 29{\cdot}5$
$y = 20$	$y = -16{\cdot}3$	$y = -37$	$y = 0$

Diese Werthe von x und y in die allgemeine Gleichung $y = a + b\,x + c\,x^2 + d\,x^3$ eingesetzt, berechnen sich die Constanten bezüglich der Auslöschungsschiefe auf M zu: $a = + 20$, $b = - 0{\cdot}5062$, $c = - 0{\cdot}008121$, $d = + 0{\cdot}00007483$ und die Gleichung lautet dann:

$$y = 20 - 0{\cdot}5062\,x - 0\,008121\,x^2 + 0{\cdot}00007483\,x^3 \quad \text{II.}$$

Die Auswerthung der beiden Gleichungen I und II für alle, in Abständen von 5, von Null bis 100 aufeinanderfolgenden x führt auf die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellte Zahlenreihe, in welcher die vier der Rechnung zu Grunde gelegten, den Beobachtungen direct entnommenen Grundannahmen durch den Druck hervorgehoben sind.

x Molekularprocente des Anorthit-Gehaltes der Mischung	y Berechneter Werth der zugehörigen Auslöschungsschiefe auf P	y Berechneter Werth der zugehörigen Auslöschungsschiefe auf M
0	+ **5·00°**	+ **20·00°**
5	+ 4·16°	+ 17·36°
10	+ 3·35°	+ 14·21°
15	+ 2·57°	+ 10·82°
20	+ 1·77°	+ 7·23°
25	+ 0·94°	+ 3·48°
30	+ **0·00°**	— **0·46°**
35	— 1·01°	— 4·47°
40	— 2·18°	— 8·45°
45	— 3·47°	— 12·41°
50	— **5·00°**	— **16·30°**
55	— 6·69°	— 19 98°
60	— 8·69°	— 23·43°
65	— 10·92°	— 26·72°
70	— 13·49°	— 29·57°
75	— 16·37°	— 32·08°
80	— 19·67°	— 34·26°
85	— 23·28°	— **35·74°**
90	— 27·32°	— 36·79°
95	— 31·87°	— 37·24°
100	— **37·00°**	— **37·00°**

Wenn man die vorstehende Tabelle mit der früheren vergleicht, welche die beobachteten Auslöschungsschiefen enthält, so zeigt es sich zunächst, dass die meisten der hier auf dem Wege der Rechnung gefundenen Werthe wirklichen Vorkommnissen entsprechen. Insoferne von den untersuchten Vorkommnissen Analysen vorliegen, sind wir im Stande, die Uebereinstimmung zu prüfen, welche zwischen Rechnung und Beobachtung besteht. Aus den in Betreff möglicher Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der untersuchten Stücke und über die Grösse der Beobachtungsfehler bei gewissen Plagioklasen gemachten Bemerkungen dürfte bereits klar geworden sein, dass diese Prüfung eine gewisse Vorsicht erfordert und unter Umständen unmöglich werden kann.

In allen Fällen, wo sie übrigens durchführbar ist, ergibt sie das Resultat, dass die Abweichungen der aus den vorstehenden Grundannahmen berechneten theoretischen Auslöschungsschiefen auf P und M von den für die einzelnen Plagioklase thatsächlich beobachteten Werthen so gering sind und so ganz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler sich bewegen, dass die Genauigkeit der berechneten Werthe allen Anforderungen genügt, welche man sowohl zum Zwecke des Vergleiches, als auch bezüglich ihrer praktischen Verwerthbarkeit an dieselben zu stellen überhaupt berechtigt ist.

Wenn also auch nicht ausgeschlossen ist, dass man durch eine geschicktere Wahl der Grundannahmen der Wahrheit möglicherweise noch näher kommen könnte, so würde dies in den praktischen Consequenzen wenigstens keine Aenderung hervorzubringen im Stande sein.

Meine nächste Aufgabe wird darin bestehen, diese Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung an einigen Beispielen zu zeigen und dadurch zugleich das Verfahren zu charakterisiren, welches in ähnlichen Fällen einzuschlagen ist. Um zu erfahren, welche theoretische Auslöschungsschiefe einer bestimmten Mischung zukommt, hätte man die chemische Zusammensetzung derselben, in Molekularprocenten von Anorthit ausgedrückt, als x in die Gleichungen I und II einzusetzen und daraus das y zu berechnen.

Im vorigen Abschnitte wurde jedoch der Kürze wegen mit Vorliebe nach dem Vorgange von Tschermak die Formel $Ab_n An_0$ in Anwendung gebracht, um die verschiedenen Mischungsglieder auf eine einfache Weise zu bezeichnen. Um diese Formel

auch in vorliegendem Falle brauchbar zu machen, ist es nothwendig, anzugeben, welcher Procentgehalt an Anorthitsubstanz für bestimmte Werthe von n und o diesem Ausdrucke entspricht. Im Folgenden ist diese Umrechnung der Mischungsformel auf Molekularprocente der darin enthaltenen Anorthitsubstanz für die am häufigsten vorkommenden Mischungen durchgeführt.

Ab	0·00	Procent
$Ab_{12}\ An_1$	7·69	„
$Ab_8\ An_1$	11·11	„
$Ab_6\ An_1$	14·28	„
$Ab_5\ An_1$	16·66	„
$Ab_4\ An_1$	20·00	„
$Ab_3\ An_1$	25·00	„
$Ab_2\ An_1$	33·33	„
$Ab_3\ An_2$	40·00	„
$Ab_4\ An_3$	42·85	„
$Ab_1\ An_1$	50·00	„
$Ab_3\ An_4$	57·15	„
$Ab_1\ An_2$	66·66	„
$Ab_1\ An_3$	75·00	„
$Ab_1\ An_4$	80·00	„
$Ab_1\ An_6$	85·71	„
$Ab_1\ An_8$	88·88	„
$Ab_1\ An_{11}$	91·83	„
An	100·00	„

Diese Tabelle wird man sich in einem speziellen Falle leicht ergänzen können, sobald es die Nothwendigkeit verlangt. In den meisten Fällen wird es wohl genügen, durch Vergleich mit der oben, S. 153, abgedruckten, von Tschermak herrührenden Tabelle diejenige unter den hier aufgeschriebenen Mischungen zu ermitteln, welcher der betreffende Feldspath der Analyse zufolge am nächsten steht und die nebenstehende Procentzahl der Berechnung der theoretischen Auslöschungsschiefe zu Grunde zu legen.

Die folgenden, meinen eigenen Beobachtungen entnommenen Beispiele werden dies sofort klar machen:

1. Für die Oligoklasalbite von Wilmington und Sobboth ergibt die Analyse eine $Ab_6\ An_1$ nahestehende Mischung. Für $Ab_6\ An_1$

ist aber $x = 14{\cdot}28\ ^0/_0$. Diesem entspricht
$y = +\ 2^0\ 40'$ auf P (aus I) und $y = +\ 11^0\ 19'$ auf M (aus II).

Beobachtet wurde
$y = +\ 2^0\ 29'$ auf P und $y = +\ 11^0\ 30'$ auf M.

2. Für den Oligoklas von Tvedestrand verlangt die Analyse $Ab_3\ An_1$ oder eine ähnliche Mischung, daher
$x = 25^0/_0$, $y = +\ 56'$ auf P, $y = +\ 3^0\ 26'$ auf M.

Beobachtet wurden die Werthe
$y = +\ 1^0\ 21'$ bis $+\ 1^0$ und weniger auf P,
$y = +\ 5^0$ bis $+\ 2^0$ auf M.

3. Für den Oligoklas von Ytterby existiren mehrere von einander abweichende Analysen, welche bald auf eine $Ab_5\ An_1$, bald auf eine $Ab_4\ An_1$ und selbst $Ab_3\ An_1$ sich nähernde Mischung deuten.
Für $Ab_5\ An_1$ ist $x = 16\ 66^0/_0$, $y = +\ 2^0\ 18'$ auf P, $y = +\ 9^0\ 38'$ auf M.
„ $Ab_4\ An_1$ „ $x = 20{\cdot}00^0/_0$, $y = +\ 1^0\ 45'$ „ P, $y = +\ 7^0\ 13'$ „ „
„ $Ab_7\ An_2$ „ $x = 22{\cdot}22^0/_0$, $y = +\ 1^0\ 30'$ „ P, $y = +\ 5^0\ 34'$ „ „

Beobachtet wurden übereinstimmend damit auf M Werthe, welche zwischen $+\ 9^0\ 6'$ im Maximum und $+\ 4^0\ 54'$ im Minimum schwanken, auf P Werthe, die zwischen $+\ 2^0\ 5'$ und $+\ 1^0\ 32'$ liegen.

4. In ähnlicher Weise liegt der Oligoklas von Arendal zwischen $Ab_4\ An_1$ und $Ab_3\ An_1$ und demgemäss schwanken die beobachteten Werthe zwischen $y = +\ 1^0$ und $+\ 2^0$ auf P und
$y = +\ 7^0$ und $+\ 4^0$ auf M.

5. Der Andesin von St. Raphael, Dep. du Var, nähert sich im Allgemeinen einer Mischung $Ab_3\ An_2$; seine Zonalstructur macht es allerdings wahrscheinlich, dass er eigentlich mehrere, einander nahestehende Mischungsglieder in einem Krystalle bisweilen vereinigt.

Für $Ab_3\ An_2$ ist $x = 40^0/_0$, $y = -\ 2^0\ 11'$ auf P und $y = -\ 8^0\ 27'$ auf M.

Die beobachteten Werthe zeigen bedeutende Schwankungen, darunter aber $y = -\ 2^0$ auf P und $y = -\ 8^0\ 6'$ auf M.

6. Der Labradorit von Kamenoi Brod steht meiner Analyse zufolge zwischen $Ab_1\ An_1$ und $Ab_3\ An_4$, letzterer Mischung jedoch viel näher.

Für $Ab_3\ An_4$ ist
$x = 57{\cdot}14^0/_0$, $y = -\ 7^0\ 31'$ auf P, und $y = -\ 21^0\ 28'$ auf M;
diesen Werthen nähern sich die thatsächlich beobachteten von
$y = -\ 6^0\ 54'$ auf P und $y = -\ 21^0$ auf M.

7. Der Feldspath aus dem Näroëdal repräsentirt ziemlich genau die Mischung $Ab_1\ An_3$. Dem entspricht

$x = 75\%$ und $y = -16^0\ 22'$ auf P und $y = -32^0$ auf M.

Unter den verschiedenen Werthen, welche beobachtet wurden, findet sich auch $y = -32^0$ auf M (als Grenzwerth) und $y = -16^0$ auf P (als häufigster Mittelwerth).

Des Cloizeaux hat zwar einige Plagioklase untersucht, welche sich den Mischungen $Ab_1\ An_6$ und $Ab_1\ An_8$ anzuschliessen scheinen, nemlich einen Plagioklas aus dem Eukrit von Hammerfest und einen Plagioklas von Rådmanson. Allein die enormen Schwankungen sowohl der für diese, als auch der für die Anorthite von Höjden und Bjerna von ihm angegebenen Auslöschungsschiefen machen einen sicheren Vergleich zwischen Beobachtung und Rechnung an diesem Punkte der Plagioklasreihe vorläufig noch unmöglich, weil sie ebensogut in der Abweichung der Präparate von P und M, als im Materiale selbst ihren Grund haben können.

Indessen schon die angeführten Beispiele werden hinreichen, um darzuthun, dass die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung gerade da umso grösser ist, wo die Beschaffenheit des Materiales eine genauere Untersuchung gestattet. In jenen Gruppen, für welche entweder das Nebeneinandervorkommen mehrerer einander nahestehender Mischungen an demselben Orte, ja in demselben Krystalle, charakteristisch zu sein scheint, wie beispielsweise in der Andesingruppe, oder für welche die Grenzen der Beobachtungsfehler möglicherweise sehr gross sind, wie namentlich in der Bytownit - Anorthitgruppe, gibt uns im Gegentheile erst der Vergleich der beobachteten Thatsachen mit den auf dem Wege der Rechnung gefundenen Resultaten einige Anhaltspunkte, die Beobachtungen richtig zu beurtheilen und diejenigen Schwankungen, welche auf Variationen der chemischen Zusammensetzung beruhen, von jenen zu unterscheiden, welche erst durch die Schwierigkeit und Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode hinzukommen.

Da folglich die auf dem Wege der Rechnung gefundenen Werthe der Auslöschungsschiefen auf P und M vor den beobachteten nicht nur den einen Vorzug bezitzen, dass sie sich auf ganz bestimmte Mischungsverhältnisse beziehen, sondern auch den zweiten, dass ihnen die vertrauenswürdigsten aller Beobachtungen zu Grunde

liegen und da dieselben endlich, so weit es sich beweisen lässt, den thatsächlichen Verhältnissen sehr nahe kommen, so erscheint es als vollkommen gerechtfertigt, in Zukunft uns lediglich der berechneten Daten zu bedienen, sobald wir derselben bedürfen.

Es wird im Allgemeinen gewiss seltener das Bedürfniss und das Verlangen eintreten, für ein bestimmtes, durch die chemische Analyse bereits festgestelltes Mischungsverhältniss die zugehörige, theoretische Auslöschungsschiefe zu berechnen; viel häufiger wird jedoch der umgekehrte Fall vorkommen, dass man aus der beobachteten Auslöschungsschiefe eines bestimmten Feldspathes auf seine chemische Zusammensetzung zurückzuschliessen trachtet. In Erwägung dieses Umstandes ist eine Zeichnung der beiden die Auslöschungsschiefen auf *P* und auf *M* sämmtlicher Plagioklase umfassenden Kurven, zu deren Construction die oben berechneten Werthe in Verwendung gezogen wurden, als Tafel IV der vorliegenden Arbeit beigegeben

Mit diesen Mitteln ausgerüstet können wir nach den vorausgeschickten ausführlichen Erörterungen über die theoretischen Schlussfolgerungen, welche sich namentlich hinsichtlich der Tschermak'schen Theorie an sämmtliche über das optische Verhalten der Plagioklase bisher bekannten Thatsachen und an die eigenen Beobachtungen insbesondere knüpfen lassen, daran denken, auch die praktischen Consequenzen in Erwägung zu ziehen, welche sich daraus ergeben.

Das grösste Interesse beansprucht wohl in dieser Hinsicht die Beantwortung der Frage: ob und bis zu welchem Grade die Unterscheidung der einzelnen triklinen Feldspathe auf rein optischem Wege heutzutage durchführbar sei.

Mit der Lösung dieses Problems, welches namentlich für den Petrographen von so ausserordentlicher Wichtigkeit ist, haben allerdings sowohl Des Cloizeaux als auch Michel Lévy sich bereits beschäftigt. Da jedoch beide Forscher als Gegner der Tschermak'schen Theorie einen einseitigen Standpunkt vertreten, so ist durch ihre Arbeiten eine neuerliche Behandlung des vorliegenden Gegenstandes unter Berücksichtigung des seitdem bedeutend angewachsenen Beobachtungsmateriales keineswegs überflüssig, eher wünschenswerth geworden.

Die Vorschläge, welche Des Cloizeaux behufs Unterscheidung der triklinen Feldspathe auf optischem Wege machte, bewe-

gen sich fast ausschliesslich auf dem Boden der von ihm beobachteten Thatsachen. Die Beobachtungen Des Cloizeaux's zeigen mit meinen eigenen im Allgemeinen grosse Uebereinstimmung, so dass sie dieselben vielfach zu stützen und zu ergänzen im Stande sind, besitzen aber den Fehler, dass sie nicht consequent genug durchgeführt wurden, abgesehen davon, dass man sich mit der Deutung, welche Des Cloizeaux ihnen gab, nicht einverstanden erklären kann. Dagegen ist Michel Lévy, welcher sich übrigens der Auffassung Des Cloizeaux's bezüglich dessen Beobachtungen vollkommen anschloss, darüber hinausgegangen, indem er die von Des Cloizeaux gelieferten Daten zum Gegenstande der Rechnung machte; wie weit er dazu berechtigt war, ist bereits und wird später noch einmal besprochen werden.

Beide Forscher aber sind von der unhaltbaren und mit den Thatsachen unvereinbaren Voraussetzung ausgegangen, dass es nur eine ganz geringe und bestimmte Anzahl von triklinen Feldspath-Spezies gäbe, nemlich Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit.

Dadurch haben sie sich ihre Aufgabe zwar vereinfacht, dagegen ein wesentliches Moment ganz ausser Acht gelassen, da nemlich zahlreiche Uebergänge zwischen diesen Hauptgruppen erwiesenermassen wirklich existiren, und konnten daher nur zu theilweise richtigen und jedenfalls unvollständigen Resultaten gelangen.

Jeder Petrograph, welcher sich zur Tschermak'schen Theorie bekennt, nach welcher die Plagioklase ein Product isomorpher Mischungen aus Albit- und Anorthitsubstanz sind, wird sich darauf gefasst machen, bei Bestimmung irgend eines in einem Gesteine vorkommenden Feldspathes auf irgend ein Zwischenglied der Plagioklasreihe zu stossen. Wenn er nun durch eine verhältnissmässig einfache Prüfung im polarisirten Lichte im Stande ist, darüber zu entscheiden, welches Mischungsverhältniss durch den betreffenden Feldspath repräsentirt werde, wird er die optische Untersuchung als zur Unterscheidung der triklinen Feldspathe brauchbar anerkennen müssen.

Für gewöhnlich wird es sich nicht darum handeln, zu erfahren, ob ein Procent mehr oder weniger von Anorthitsubstanz in die Mischung des betreffenden Feldspathes eingetreten sei, aber man wird doch angeben wollen, welchem der oben, Seite 256 aufgeführten, am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder, wie Ab, $Ab_{12}\ An_1$, $Ab_8\ An_1$, $Ab_6\ An_1$ etc. etc. derselbe nahekommt.

Dass die Unterscheidung der einzelnen triklinen Feldspathe auf optischem Wege vom theoretischen Standpunkte aus mit der grössten Genauigkeit möglich sei, ist in dem im Früheren bewiesenen Satze ausgesprochen, dass jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder der Plagioklasreihe auch ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht. Die Kenntniss der Grösse und des Zeichens der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* setzt uns daher vollkommen in Stand, das Mischungsverhältniss zu ermitteln, dem diese bestimmte Grösse und Orientirung der Auslöschungsschiefe zukommt.

Dass diese Unterscheidung auf rein optischem Wege auch practisch durchführbar sei, wird aus dem Folgenden klar werden.

Spaltblättchen nach *P* und *M*, oder wenigstens Schliffe parallel zu den beiden Spaltflächen, wird man sich in den meisten Fällen auch von den in Gesteinen vorkommenden Feldspathen verschaffen können, sobald dieselben nur eine gewisse Grösse erreichen und nicht geradezu als Mikrolithe auftreten. Aus der Tafel IV wird ersichtlich, dass die Feldspathe aus der Labradorit-Anorthitreihe sowohl auf *P* als auf *M* grössere Auslöschungsschiefen besitzen, als alle vorhergehenden Mischungen; in diesem Falle wird also die Kenntniss der Grösse der Auslöschungsschiefe auf *P* oder *M* eine unzweideutige Bestimmung zulassen, und man braucht daher an die betreffenden Präparate blos die eine Anforderung zu stellen, dass sie die Kante *P*/*M* deutlich zeigen, während sie im übrigen ganz unregelmässig begrenzt sein dürfen.

In Betreff der Feldspathe aus der Albit-Labradoritreihe zeigt es sich hingegen, dass sowohl Albit und Labradorit, als auch Oligoklasalbit und gewisse Andesine, Oligoklas und ein anderer Theil der Andesine (und dementsprechend je zwei von den dazwischen liegenden Mischungen) auf *P* und *M* ungefähr gleich grosse Auslöschungsschiefen besitzen, die sich nur durch das Zeichen von einander unterscheiden. Man wird nun freilich deswegen Albit und Labradorit noch nicht zu verwechseln brauchen, indem die beiden auch auf andere Weise zu trennen sind. Wenn man sich jedoch lediglich auf eine optische Untersuchung beschränken wollte, dann müsste man in diesem Falle auch das Zeichen der Auslöschungsschiefe des betreffenden Feldspathes bestimmen. Auf *P* ist dies mit den grössten Schwierigkeiten verbunden, sobald nicht vollkommen ausgebildete

Krystalle vorliegen, und müsste unter Umständen als undurchführbar bezeichnet werden.

Dagegen gelingt die Bestimmung der Orientirung auf *M* in der Regel viel leichter. Man braucht hier nemlich blos darüber zu entscheiden, ob die der Kante *P*/*M* näherliegende Auslöschungsschiefe im Sinne der kürzeren oder der längeren Diagonale des von den horizontalen und verticalen Kanten gebildeten schiefwinkligen Parallelogramms verläuft, wozu die Spaltrisse parallel *P* und parallel dem verticalen Prisma genügende Anhaltspunkte liefern.

Wichtiger wird die optische Orientirung zur Unterscheidung der zwischen Labradorit und Albit liegenden Mischungen, wie der Oligoklasalbite und gewisser Andesine etc., welche sowohl optisch als chemisch einander näher stehen, als Labradorit und Albit. Gradezu angewiesen ist man darauf, wenn man zwei Feldspathe unterscheiden soll, welche an der Grenze zwischen Andesin und Oligoklas stehen und daher auch chemisch einander so ähnlich sind, dass es einer vollständigen Analyse bedürfte, sie zu trennen. Es kann in einem speziellen Falle vielleicht nebensächlich sein, zu wissen, ob man einen vorliegenden Feldspath noch als Oligoklas ansehen oder bereits als Andesin bezeichnen soll; allein wichtig ist es jedenfalls, zu wissen, dass diese beiden auf optischem Wege ebenso gut von einander getrennt werden können, wie irgend zwei andere benachbarte Mischungen, und dass der Name Andesin als Ausdruck für gewisse Mischungsglieder von einem bestimmten optischen Verhalten dieselbe Existenzberechtigung hat, wie der Name Oligoklas.

Wenn nun ein Feldspath vorliegt, dessen Auslöschungschiefe sowohl auf *P* als auf *M* nahezu Null ist, so wird man ihn als Oligoklas bezeichnen können, wenn auf *M* noch ein positiver, als Andesin hingegen, wenn auf *M* bereits ein negativer Werth der Auslöschungsschiefe nachweisbar ist.

Somit erscheint durch die Grösse der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* und durch die Berücksichtigung der optischen Orientirung auf *M* die Stellung des betreffenden Feldspathes in der Plagioklasreihe unzweideutig bestimmt.

Nur eines ist noch zu bedenken.

Die chemische Zusammensetzung irgend eines Plagioklasvorkommens ist nur der Ausdruck seines durchschnittlichen Mischungs-

verhältnisses und dieses braucht, wie mehrfach erwiesen wurde, an einer und derselben Stelle nicht nothwendig constant zu bleiben, sondern kann für Stücke desselben Fundortes innerhalb gewisser Grenzen schwanken.

Da nun oben gleichfalls erwiesen wurde, dass insbesondere die Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* im geraden Verhältnisse mit der chemischen Zusammensetzung sich ändert, so ist es in einem solchen Falle ebenso unrichtig als unmöglich, von einem ganz bestimmten optischen Verhalten des betreffenden Vorkommens zu sprechen. Umgekehrt werden die über die Auslöschungschiefe gemachten Beobachtungen dann auf die Grenzen zurückschliessen lassen, in denen die Mischung sich bewegt.

Es erübrigt noch, wenigstens einen beiläufigen Begriff davon zu geben, welchen Grad von Genauigkeit man bei einem Rückschlusse von der beobachteten Auslöschungsschiefe auf die chemische Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes in den meisten Fällen voraussichtlich erzielen wird.

Wenn die Beobachtungen vollkommen richtig sind, ist auch die Bestimmung vollkommen richtig, ihre Genauigkeit hängt also lediglich von den möglichen Beobachtungsfehlern ab, welche in der Handhabung des Instrumentes, in der Ungenauigkeit der Einstellbarkeit auf die Kante *P*/*M*, in der Abweichung der Präparate von *P* und *M* und in der schlechten Auslöschung des Materiales selbst ihren Grund haben können.

Es lässt sich annehmen, dass dieselben auf *M* bei nur halbwegs günstigem Materiale und einer auch nur minder sorgfältigen Untersuchung in der Regel $\pm$ 2° nicht überschreiten werden. Auf der Endfläche sind sie unter übrigens gleichen Umständen durchschnittlich kleiner, etwa nur halb so gross ($\pm$ 1°) anzunehmen, einmal deshalb, weil die vollkommenere Spaltbarkeit bessere Präparate gestattet und dann deshalb, weil die meist vorhandene Zwillingslamellirung eine schärfere Einstellung auf die Kante gewährt, respective, wenn die Zwilligsindividuen genügend breit sind, diese Einstellung überflüssig macht.

Aus den Differenzen der auf Seite 254 zusammengestellten, für die aufeinanderfolgenden Glieder der Plagioklasreihe berechneten Auslöschungsschiefen auf *P* und *M*, noch schneller aber aus der Betrachtung der beiden auf Tafel IV abgebildeten Kurven wird nun ersicht-

lich, dass bei einer Zunahme des Anorthitgehaltes um 5 Molekularprocente vom Albit angefangen bis in die Nähe des Bytownites die Auslöschungsschiefe auf *M* durchschnittlich um 3·466° sich ändert. Ein Beobachtungsfehler von ± 2° wird sonach im Resultate eine Aenderung von etwa ± 3 Procent hervorrufen können und wenn ich also aus der beobachteten Auslöschungsschiefe auf *M* einen Schluss auf die Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes ziehe, so wird diese Bestimmung, unter den über die möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung gemachten Voraussetzungen, möglicherweise vollkommen richtig, zum mindesten aber auf 3 Proc. genau sein.

Vom Bytownit an werden die einer Aenderung von 5 Procenten im Mischungsverhältnisse entsprechenden Aenderungen in der Grösse der Auslöschungsschiefe auf *M* immer kleiner und kleiner, bis sie endlich in der Nähe des Anorthites $^3/_{10}$ Grad betragen. Wenn man bedenkt, dass in diesem Theile der Plagioklasreihe die Beobachtungsfehler viel grösser sind, als in allen anderen, weil schon eine geringe Abweichung von *P* oder *M* grosse Aenderungen in der Auslöschungsschiefe zur Folge hat, so wird begreiflich, dass die Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf *M* zu einer genaueren Bestimmung des procentischen Mischungsverhältnisses der Endglieder bei den Feldspathen der Bytownit-Anorthitreihe unbrauchbar ist.

Zum Glücke sind dagegen die Aenderungen, welche die Auslöschungsschiefe auf *P* durchmacht, wenn die Mischung ihren Anorthitgehalt um 5 Procent ändert, bei denselben Feldspathen auffallend gross — im Mittel 4·1°, so dass man bei Beobachtung der Auslöschungsschiefe auf *P* auch hier den gleichen Grad von Genauigkeit (bis ca. 3 Procent unter den gemachten Voraussetzungen) erreichen kann, wie wenn man bei Feldspathen aus der Albit-Bytownitreihe die auf *M* beobachtete Auslöschungsschiefe der Bestimmung zu Grunde legt.

Denn zu den grossen Aenderungen der Auslöschungsschiefe von 5 zu 5 Procent kommt noch der Umstand, dass die Beobachtungsfehler auf *P* im Allgemeinen ohnehin geringer als auf *M* und dass auch Präparate nach *P* in der Regel viel leichter zu beschaffen sind.

In Folge des letzterwähnten Umstandes kann der Fall eintreten, dass man überhaupt nur Spaltblättchen nach P besitzt, welche eine genauere Messung der Auslöschungsschiefe gestatten, während die nach M so unvollkommen sind, dass sie sich höchstens zur Bestimmung der optischen Orientirung (bei grossem Winkel) verwenden lassen. Wenn man lediglich auf Beobachtungen bezüglich der Auslöschungsschiefe auf der Endfläche angewiesen ist, dann wird die voraussichtlich erzielte Genauigkeit im Allgemeinen jedenfalls kleiner sein, wenn der Feldspath ein Zwischenglied aus der Albit-Bytownitreihe repräsentirt, als wenn er der Bytownit-Anorthitreihe angehört und zwar desto kleiner, je mehr der Feldspath den eigentlichen Oligoklasen sich nähert.

In der Reihe zwischen Albit und Andesin ist nemlich die Genauigkeit der Bestimmung unter übrigens gleichen Umständen ungefähr halb so gross, wenn man sich auf Beobachtungen bezüglich der Endfläche stützt, als wenn man von Beobachtungen auf der Längsfläche ausgeht, denn die Aenderungen der Auslöschungsschiefe, welche einer Aenderung des Mischungsverhältnisses um 5 Procent entsprechen, betragen in diesem Theile der Plagioklasreihe durchschnittlich 0·897°, so dass ein Beobachtungsfehler von $\pm$ 1° eine Aenderung im Resultate von circa 6 Procent bewirken kann.

Man wird nach dem Vorausgeschickten bei Feldspathen aus der Albit-Bytownitreihe auf die Beobachtungen der Auslöschungsschiefe an Präparaten parallel M, bei Feldspathen der Bytownit-Anorthitreihe hingegen auf die Beobachtungen an Präparaten parallel P das Hauptgewicht legen müssen.

Es versteht sich von selbst, dass hier nur ein durchschnittliches Mass der möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung gegeben wurde; dieselben können bei ungünstigeren Umständen und flüchtiger Untersuchung bedeutend grösser werden, andererseits aber umgekehrt auf ein viel geringeres Mass zurückgeführt werden, wodurch die Genauigkeit der Bestimmung des betreffenden Plagioklases sich bedeutend erhöht.

Aus dem Gesagten ergeben sich für die practische Durchführung der Bestimmung der in Gesteinen vorkommenden Plagioklase auf optischem Wege folgende Hauptpunkte:

I. Herstellung von Präparaten möglichst genau parallel *P* und *M*, im ersteren Falle womöglich mit recht breiten Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz, oder solchen, in denen wenigstens das eine Individuum vorherrscht, im zweiten möglichst frei von allen Störungen.

Wenn das Material die Herstellung von Spaltblättchen gestattet, so sind diese den Schliffen jedenfalls vorzuziehen; dies gilt ganz besonders bezüglich *P*.

Ist die Spaltbarkeit parallel *M* sehr unvollkommen, so trachte man danach, wenigstens eine möglichst ebene Spaltfläche zu bekommen und die noch vorhandenen Unebenheiten durch Anschleifen auszugleichen. Vor und nach dem Anschleifen ist jedoch womöglich der Spaltwinkel zwischen *P* und *M* zu messen, damit man über die Lage der Schlifffläche gegen das Hauptindividuum sowie über etwaige störende Zwillingsbildungen Aufschluss erhält. Auf die angeschliffene Fläche aufgeklebt und von der anderen Seite her dünngeschliffen, lässt sich das Präparat dann unter Umständen viel besser verwenden als Spaltblättchen parallel *M*.

II. Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M*. In dieser Beziehung verweise ich auf die bei den einzelnen Gruppen im vorigen Abschnitte hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten. Hier sei blos daran erinnert, dass man auf *P* im Falle einer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz bei genügender Breite beider Individuen am besten daran thut, den Winkel, welchen die Hauptschwingungsrichtungen der beiden Individuen einschliessen — die doppelte Auslöschungsschiefe — zu bestimmen. Ist das eine System nur andeutungsweise vorhanden, so dient der Verlauf der Streifung wenigstens zur Einstellung der Kante *P*/*M*. Auf *M* lassen sich die Spaltrisse nach *P* meist zu gleichem Zwecke verwenden, unter Beobachtung der wegen der oben besprochenen Ausbildungsweise des Rath'schen Gesetzes gebotenen Vorsicht.

III. Das bezüglich der richtigen Deutung der gemachten Beobachtungen einzuschlagende Verfahren und die Verhältnisse, welche dabei hauptsächlich in Betracht zu ziehen sind, wird aus folgendem Beispiele klar werden.

Gesetzt, es hätte Jemand auf Spaltungsstücken parallel *P* die Grösse der Auslöschungsschiefe $= 3^{0}\ 54' = 3{\cdot}9^{0}$, auf Spaltungsstücken parallel *M* $= 17^{0}\ 54' = 17{\cdot}9^{0}$ gefunden. (Man vergleiche damit die über den Albit von Schmirn oben gemachten Mittheilun-

gen.) Mit den gefundenen Zahlenwerthen wird er nun in die auf Tafel IV gezeichneten beiden Auslöschungskurven eingehen und die Abscissen aufsuchen müssen, welche der Theorie zufolge zu den beobachteten Werthen auf P und M gehören, wenn diese mit den Ordinaten der entsprechenden Kurven identificirt werden.

Diese Abscissen geben ihm direct den Gehalt der Mischung an Anorthitsubstanz in Molekularprocenten an, und zwar mit der oben besprochenen voraussichtlichen Genauigkeit.

So könnte in unserem gegebenen Beispiele aus der auf P beobachteten Auslöschungsschiefe für sich allein der Schluss gezogen werden, dass der untersuchte Feldspath 6·8 Molekularprocente Anorthit enthält, demnach, wie aus der Tafel IV (unten) gleichfalls ersichtlich ist, einer Mischung $Ab_{12}\,An_1$ nahesteht, indem der Zeichnung zufolge für $y = 3{\cdot}9$ (auf P) $x = 6{\cdot}8$ beträgt. Diese Bestimmung wäre möglicherweise vollkommen richtig, jedenfalls mindestens auf 6 Procent genau, nach den über die möglichen Fehlergrenzen der Beobachtung oben gemachten Voraussetzungen.

Mit grösserer voraussichtlicher Genauigkeit liesse sich schon aus der Beobachtung auf M für sich allein die chemische Zusammensetzung des untersuchten Vorkommens bestimmen. Die Zeichnung ergibt für $y = 17{\cdot}9$ auf M $x = 4{\cdot}1$, was einer Mischung entspricht, die ungefähr die Mitte hält zwischen reinem Albitfeldspath und $Ab_{12}\,An_1$. Die erzielte Genauigkeit wäre unter übrigens gleichen Umständen hier doppelt so gross wie auf P, die Bestimmung daher höchstens um $\pm$ 3 Procent gefehlt, wenn auf Grund der Beobachtung auf M die Behauptung ausgesprochen würde, dass der betreffende Feldspath 4·1 Molekularprocente Anorthit enthält.

Mit dieser Annäherung an die Wirklichkeit wird sich der Petrograph wohl in den meisten Fällen begnügen können — bei etwas ungünstigem Materiale auch begnügen müssen.

IV. Wenn man jedoch, wie in vorliegendem Beispiele, sowohl über Beobachtungen auf P als über solche auf M verfügt, dann wird es nothwendig sein, dieselben miteinander zu vergleichen. Der Vergleich kann ein zweifaches Resultat ergeben:

a) Die für die Auslöschungsschiefe auf P und M gefundenen Werthe liegen, wenn man sie als Ordinaten auffasst, in beiden Kurven über dem Endpunkt derselben Abscisse, das heisst, sie gehören zu einander, wie dies nach der Theorie eigentlich immer

stattfinden sollte. In diesem seltenen Falle gewährt die beiden Beobachtungen gemeinsame Abscisse einen sehr sicheren Anhaltspunkt für die Bestimmung der wahrscheinlichsten procentischen Zusammensetzung des untersuchten Feldspathes.

b) Die für die Auslöschungsschiefe auf P und M gefundenen Werthe gehören nicht zu einander, sie entsprechen, als Ordinaten genommen, zwei verschiedenen Abscissen der beiden auf Tafel IV abgebildeten Kurven. So entspricht in unserem gewählten Beispiele $y = 3{\cdot}9$ (beobachtet auf P) $x = 6{\cdot}8$, $y = 17{\cdot}9$ (beobachtet auf M) $x = 4{\cdot}1$ und die Differenz der beiden Abscissenaxen beträgt $d = 6{\cdot}8 - 4{\cdot}1 = 2{\cdot}7$.

Es können, wenn von der Möglichkeit eines Schwankens der chemischen Zusammensetzung in den verschiedenen untersuchten Stücken vorläufig abgesehen wird, nicht beide für die Abscissen ermittelten Werthe zugleich richtig sein. Entweder ist der eine richtig und der andere zu corrigiren, oder es ist der zweite richtig und der erste zu corrigiren, oder endlich keiner von beiden, sondern ein dazwischen liegender Werth als richtig anzusehen und sind die beiden andern danach zu corrigiren. Ist die Differenz der beiden Abscissen ihrem absoluten Werthe nach (oder mit Rücksicht auf die Beobachtungsfehler) sehr klein, dann kann diese Correction in beliebiger Weise vorgenommen werden[1]). Ist ihr Werth aber ein etwas grösserer, dann sind folgende Fälle zu unterscheiden:

Wenn mit fM die Grenzwerthe der als möglich angenommenen Beobachtungsfehler auf M, mit $\varphi\mu$ die Aenderungen in der Bestimmung der Abscisse bezeichnet werden, welche dieselben hervorrufen können und desgleichen mit fP die auf P möglichen Fehlergrenzen und mit $\varphi\pi$ die ihnen entsprechende Aenderung in der Abscisse, so kann:

1. $d < \varphi\mu$, $\varphi\mu < \varphi\pi$, wie in der Albit-Bytownitreihe, resp.
   $d < \varphi\pi$, $\varphi\pi < \varphi\mu$, wie in der Bytownit-Anorthitreihe,
2. $\varphi\mu < d < \varphi\pi$, $\varphi\pi > \varphi\mu$ vorausgesetzt,
3. $\varphi\pi < d \leq (\varphi\mu + \varphi\pi)$, $\varphi\pi > \varphi\mu$ vorausgesetzt,
4. $d > (\varphi\mu + \varphi\pi)$ sein.

---

[1]) Man wird beispielsweise den am sorgfältigsten ermittelten Werth oder einen solchen, welcher vermöge der Güte des Präparates am meisten Vertrauen zu verdienen scheint, als den richtigen ansehen und den zweiten danach corrigiren.

1. Wenn in unserem gewählten Beispiele für die Beobachtungsfehler der grösste durchschnittliche Werth angenommen wird, also $fM = \pm 2^0$ entsprechend $\varphi\mu. \pm 3$ (Procent des Mischungsverhältnisses), $fP = \pm 1^0$ daher $\varphi\pi \pm 6$, dann liesse sich dasselbe unter den ersten der hier betrachteten Fälle subsumiren, indem $d = 6{\cdot}8 - 4{\cdot}1 = 2{\cdot}7$ und $2{\cdot}7 < 3 < 6$.

In diesem Falle wäre es gestattet, zur Ausgleichung und Erklärung der Differenz entweder die Beobachtung auf M als richtig anzunehmen und die auf P danach zu corrigiren, oder umgekehrt. Man wird es natürlich vorziehen, an jener Beobachtung festzuhalten, deren Benützung einen höheren Grad von Genauigkeit zulässt, in unserem Beispiele an der auf M, weil $\varphi\mu.$ in diesem Theile der Plagioklasreihe kleiner als $\varphi\pi$.

Allein, selbst wenn man hier durch besondere Umstände gezwungen würde, auf die Beobachtung auf P ein grösseres Gewicht zu legen und diese beizubehalten, so würde sich aus dem Vergleiche der beiden Beobachtungen wenigstens eine grössere Zuversicht in die Richtigkeit der Bestimmung ergeben, als wenn die Beobachtung auf P für sich betrachtet worden wäre. Denn es ist der Gedanke sehr naheliegend, dass sowohl auf P als auf M ein Beobachtungsfehler begangen sei, und zwar auf M ein positiver, auf P ein negativer, weil der erste Werth im Verhältniss zum zweiten zu gross, der zweite im Verhältniss zum ersten zu klein gefunden wurde. Ich werde also im vorliegenden und in allen ähnlichen Fällen der Wahrheit voraussichtlich mich noch mehr nähern, wenn ich weder 6·8, noch 4·1, sondern einen dazwischen liegenden Werth der Abscisse bei der Bestimmung der chemischen Zusammensetzung meines Feldspathes als massgebend ansehe, wobei sich für keinen der zwischen 6·8 und 4·1 liegenden Punkte (unter den gemachten Voraussetzungen) ein Vorrecht ergäbe.

2. Wenn jedoch in unserem gewählten Beispiele die Beobachtungsfehler nur halb so gross angenommen werden als gewöhnlich [1]), also:

---

[1]) Es braucht nicht erst erwähnt zu werden, dass diese zweite Annahme hier noch viel eher zutrifft, als die erste, nachdem durch die Sorgfalt der Beobachtung und die verhältnissmässige Güte des Materiales bei der Untersuchung des Albites von Schmirn die Beobachtungsfehler auf ihr geringstes Mass zurückgeführt erscheinen.

$fM = \pm 1^0$ entsprechend $\varphi\mu = \pm 1{\cdot}5$ (Procent) und
$fP = \pm 0{\cdot}5$ entsprechend $\varphi\pi = \pm 3$,

dann lässt sich dasselbe unter den zweiten der aufgezählten Fälle subsumiren, weil dann d zwischen $\varphi\pi$ und $\varphi\mu$ liegt, indem

$$1{\cdot}5 < 2{\cdot}7 < 3 \text{ ist.}$$

Dann ist es aber nicht mehr gestattet anzunehmen, die Beobachtung auf P sei richtig und blos auf M ein Beobachtungsfehler begangen; denn letzterer ist wohl noch im Stande eine Differenz von $\pm 1{\cdot}5$ hervorzurufen, nicht aber die Differenz $2{\cdot}7$ zu erklären. Dagegen würde die Annahme, die Auslöschungsschiefe auf M sei richtig beobachtet, die Differenz lediglich durch Beobachtungsfehler auf P hervorgerufen, den Voraussetzungen nicht widersprechen, da $\varphi\pi > d$ ist. Doch wird es unter diesen Umständen noch viel wahrscheinlicher als vorhin, dass ein Zwischenwerth zwischen den Abscissen $6{\cdot}8$ und $4{\cdot}1$ der richtige sei.

Hinsichtlich dieses Zwischenwerthes existirt aber bereits eine Beschränkung; derselbe darf nemlich von der Abscisse, welche der Beobachtung auf M entspricht, nicht u m m e h r als um $\varphi\mu$ abweichen. In jenem Theile der Plagioklasreihe, wo $\varphi\pi < \varphi\mu$, wäre $\varphi\pi$ ausschlaggebend.

3. Wenn $\varphi\pi < d \leq (\varphi\mu + \varphi\pi)$, $\varphi\pi > \varphi\mu$, dann ist man geradezu genöthigt, s o w o h l auf P als auf M einen Beobachtungsfehler als begangen anzunehmen, und zwar auf beiden einen entgegengesetzten, wofern man die Differenz der aus beiden Beobachtungen folgenden Resultate erklären will.

Im Falle die Differenz dieser Resultate gleich der Summe der durch die Beobachtungsfehler möglicherweise hervorgebrachten Aenderungen in der Abscisse ist, dann gibt es natürlich nur einen Punkt auf der Abscissenaxe, welcher beiden Beobachtungen gleichzeitig entspricht und welcher dem untersuchten Vorkommen auch sehr wahrscheinlich zukommt. Sind mehrere Spaltblättchen untersucht worden, so werden sich unter den Mittelwerthen der Einzelbeobachtungen, im anderen Falle wenigstens unter den Einzelbeobachtungen selbst immer Werthe finden, welche dem auf solche Weise ermittelten Punkte als Ordinaten entsprechen.

4. Wenn die Beobachtung sehr sorgfältig und das Material in jeder Hinsicht sehr günstig war und trotzdem bezüglich der Beob-

achtungen auf P und M eine Differenz des Resultates sich ergibt, welche sich nicht mehr auf blosse Beobachtungsfehler zurückführen lässt, selbst wenn diese Beobachtungsfehler sehr gross angenommen werden, kurz wenn $d > (\varphi\mu + \varphi\pi)$, dann erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass das betreffende Vorkommen in den verschiedenen untersuchten Stücken eine schwankende Zusammensetzung zeige.

In solchem Falle wird man die Distanz der den gefundenen Werthen entsprechenden Abscissen unter Berücksichtigung der den Umständen entsprechenden Beobachtungsfehler zuerst gegenseitig verringern und hierauf die auf solche Weise einander näher gebrachten Abscissen als die Grenzwerthe des Mischungsverhältnisses ansehen dürfen, zwischen denen die Zusammensetzung des betreffenden Feldspathes schwankt.

Die Grenze der voraussichtlichen Genauigkeit, welche die Bestimmung beanspruchen darf, ergibt sich in jedem speziellen Falle aus ähnlichen Ueberlegungen wie oben.

V. Hat man auf die eine oder andere Weise ermittelt, welche Abscisse den an dem untersuchten Vorkommen gemachten Beobachtungen am besten entspricht, dann ist das Mischungsverhältniss des betreffenden Feldspathes in Molekularprocenten seines Anorthitgehaltes aus der Tafel IV unmittelbar abzulesen.

Man kann das Resultat auch in der Weise ausdrücken, dass man von den am unteren Rande der Tafel in entsprechender Weise beigefügten Mischungsformeln ($Ab_n\, An_o$) diejenigen angibt, zwischen welchen der untersuchte Feldspath der ermittelten Abscisse zufolge zu liegen kommt.

Diese Bestimmungsweise wird in den meisten Fällen auch die möglichen Beobachtungsfehler in sich schliessen, und daher keine grössere Genauigkeit beanspruchen, als sie voraussichtich auch wirklich besitzt.

VI. Gesetzt, es hätte Jemand einen Feldspath sowohl optisch als chemisch untersucht und wollte die gefundenen Resultate mit einander vergleichen.

Es wird in der Regel genügen, in der eingangs des III. Abschnittes abgedruckten Tabelle von Tschermak nachzusehen, zwischen welchen der angegebenen Mischungen $Ab_n\, An_o$ die chemische Zusammensetzung der Analyse zufolge schwankt, und ebenso

nach dem vorhin geschilderten Verfahren die Mischungen zu ermitteln, zwischen welchen sich der untersuchte Feldspath nach den bezüglich der Auslöschungsschiefe auf *P* und *M* gemachten Beobachtungen einreihen lässt.

Die beiden Bestimmungen stimmen vollständig, theilweise oder gar nicht überein, je nachdem sich die von ihnen (unter Berücksichtigung der möglichen Fehlergrenzen) für den betreffenden Feldspath in Anspruch genommenen Theile der Plagioklasreihe vollständig, theilweise oder gar nicht decken.

VII. Wenn man über Präparate parallel *M* und *P* verfügt, welche eine Beobachtung im convergenten Lichte gestatten, dann kann man sich dadurch die Bestimmung der Hauptgruppen, in welche der betreffende Feldspath gehört, natürlich sehr wesentlich erleichtern. Man braucht die Resultate der Beobachtung blos mit den auf Tafel II abgebildeten Interferenzbildern zu vergleichen.

Auch die Berücksichtigung der über das Vorkommen und die Ausbildungsweise des Rath'schen Gesetzes oben gemachten Mittheilungen wird unter Umständen gute Dienste leisten.

Wenn die Feldspathe als Mikrolithe in Gesteinen auftreten, dann ist es allerdings unmöglich, Präparate nach *P* und *M* herzustellen.

Es ist meine Ueberzeugung, dass man in diesem Falle, wenigstens vorläufig, auf jede nur einigermassen genaue Bestimmung derselben überhaupt verzichten müsse.

Michel Lévy ist jedoch der entgegengesetzten Ansicht, indem er am Schlusse seiner öfters citirten Arbeit „De l'emploi de microscope polarisant à lumière parallèle, pag. 467", den Satz aufstellt, dass man die Bestimmung gewisser Feldspathmikrolithe (mit Längsstreckung nach der Kante *P*/*M*) selbst in Gesteinsdünnschliffen auf eine schnelle und leichte Art bis zu grosser Genauigkeit durchführen könne, wofern nur kein Gemenge verschiedener Spezies vorliege oder dieselben sich wenigstens in bestimmte Kategorien bringen lassen.

Man wird sich daher veranlasst fühlen, wenigstens dort, wo die oben besprochene Bestimmungsweise nicht durchführbar ist, von der von Michel Lévy vorgeschlagenen Methode Gebrauch zu machen, welche auf den ersten Blick überhaupt viel bequemer

und weniger mühsam erscheint, als die Untersuchung von Präparaten parallel *P* und *M*.

Aus diesem Grunde ist es nöthig, sich darüber Rechenschaft zu geben, welches Resultat man bei Anwendung derselben erwarten darf.

Die Methode von Michel Lévy stützt sich auf die Thatsache, dass die Auslöschungsschiefe der Feldspathe, bezogen auf die Zonenkante der beiden Zonen *P*/*M* und *P*/*k*, auf sämmtlichen Schnitten dieser Zonen zwischen Null und einem Maximalwerth variirt, welcher Maximalwerth für die verschiedenen Feldspathe selbst verschieden gross ist.

Die Grenzen dieser Variationen hat Michel Lévy für die beiden Zonen *P*/*M* (End- zur Längsfläche) und *P*/*k* (End- zur Querfläche, statt deren er bei den triklinen Feldspathen die Zone senkrecht zu *M* betrachtet) zu berechnen gesucht und die Resultate pag. 467 in einer Tabelle zusammengefasst, deren wesentlichster Theil hier wiedergegeben werden soll.

Feldspathe.	Zone *P*/*M*. Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante (Trace von *P*).	Zone *P*/*M*. Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz.	Zone senkrecht zu *M*. Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante (resp. die Trace von *M*).
	1.	2.	3.
Orthoklas . .	0° . . . . 5°	0°	0° . .
Mikroklin . .	0° . . . . 16°	0° . . . . 31°	0° . . 18°
Albit	0° . . . . 19°	0° . . . . 12°	0° . . 15° 45′
Oligoklas . .	0° . . . . 2°	0° . . . . 3°	0° . . 18° 30′
Labradorit . .	0° . . . 17° oder . . . 27°	0° . . . . 18°	0° . . 31° 15′
Anorthit . . .	0° . . über 30°	0° . . über 40°	0° . über 37° 21′

Vorausgesetzt, dass vorstehende Tabelle den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, und vorausgesetzt, dass man nicht nur über Zonenschnitte der Zone *P*/*M* oder *P*/*k* verfügt, sondern auch die wirklichen Maximalwerthe der Auslöschungsschiefen gegen die

Zonenkante auf ihnen beobachtet, so ist man in der That im Stande, durch Vergleich der Beobachtung mit der Tabelle darüber zu entscheiden, ob der betreffende Feldspath dem Anorthit, dem Labradorit, dem Oligoklas oder dem Albit, kurz welchem der vier häufigsten Plagioklas-Mischungen er näher steht.

Ob Mittelglieder zwischen diesen Hauptgruppen im Gesteine vertreten sind, wäre auf diese Weise auch vom theoretischen Standpunkte aus nicht zu entscheiden; indessen wäre es jedenfalls für die Eintheilung der Gesteine schon sehr wichtig, wenn man im Stande wäre, die vier Hauptgruppen mit Sicherheit zu erkennen.

Allein von einer Sicherheit oder irgend welcher im Voraus bestimmbaren Genauigkeit kann hiebei nicht die Rede sein, wie schon eine flüchtige Prüfung ergibt.

Die ersten Schwierigkeiten liegen in den Beobachtungsfehlern, welche hier, weil man bei der Kleinheit des Materiales zu bedeutenden Vergrösserungen Zuflucht nehmen muss, sehr beträchtlich werden können.

Weitere Schwierigkeiten macht die Erkennung der Zonenschnitte P/M und P/k. Michel Lévy hat allerdings mit Recht hervorgehoben, dass die Feldspathmikrolithe in gewissen Gesteinen wie Melaphyren, Basalten, Porphyriten, Trachyten und Phonolithen sehr häufig nach der Kante P/M langgestreckt sind und es ist auch ganz richtig, dass bei einer solchen Ausbildungsweise nur jene Durchschnitte im Schliffe deutlich hervortreten, welche beiläufig in dieser Zone liegen. Die Zahlen der obigen Tabelle haben jedoch nur dann vollständige Giltigkeit, wenn die untersuchten Schnitte von der genannten Zone nicht abweichen. Am charakteristischesten zur Unterscheidung der vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten erscheinen noch die in der Columne 2 aufgeführten Zahlen; allein es ist leicht begreiflich, dass gerade der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz schon bei derartigen Abweichungen aus der Zone, welche noch zu unbedeutend sind, um bemerkt zu werden, sich so bedeutend ändern kann, dass Irrthümer und Verwechslungen nicht mehr ausgeschlossen sind.

In jenem ebenso häufigen Falle, wo man es mit Feldspathleisten von unregelmässiger Begrenzung und allseitiger Ausdehnung zu thun hat, wie in einer grossen Zahl von granitischen oder gra-

nulitischen, dioritischen oder diabasischen Gesteinen etc., verweist Michel Lévy auf die Beobachtung von Schnitten, welche in der Zone P/k, respective in einer zu M senkrechten Zone liegen.

Der Theorie zufolge ist diese Zone im Falle des Vorhandenseins von Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz dadurch charakterisirt, dass die Auslöschungsschiefe auf allen Schnitten der Zone völlig symmetrisch zur Zwillingsgrenze erfolgt.

In Folge der Beobachtungsfehler ist jedoch diese Thatsache nur sehr schwierig zu constatiren und wenn man sich damit begnügt, solche Schnitte als der Zone angehörig zu betrachten, in denen die Verschiedenheit rechts und links von der Zwillingsgrenze nicht sehr bedeutend ist, so werden damit möglicherweise Schnitte in den Bereich der Untersuchung gezogen, deren Abweichung von der Zone hinreicht, um die Grenzen der Auslöschungsmaxima, welche in der Columne 3 aufgeführt sind, für mehrere Feldspathe einander vollständig zu nähern.

Noch unsicherer gestalten sich die Verhältnisse, wenn die erwähnte Zwillingsbildung fehlt, weil dann der Umstand, dass die Schnitte dieser Zone in der Regel einen rechtwinkligen Umriss zeigen, den einzigen Anhaltspunkt gewährt, dieselben zu erkennen.

Angenommen jedoch, man habe in seinen Gesteinsdünnschliffen Durchschnitte gefunden, welche genau in einer der beiden eben besprochenen Zonen liegen, und die Auslöschungschiefe gegen die Zonenkante mit aller Genauigkeit bestimmt. Selbst wenn also von den möglichen Beobachtungsfehlern abgesehen würde, so wäre ein Vergleich zwischen dem beobachteten und dem in obiger Tabelle enthaltenen Maximum nur dann und unter der Voraussetzung zutreffend, dass jener Schliff, an welchem der grösste Werth der Auslöschungsschiefe beobachtet wurde, auch wirklich identisch sei mit jener der Zone angehörigen Ebene, welcher die grösste theoretische Auslöschungsschiefe zukommt.

Um über diesen Punkt, ob das beobachtete Maximum mit einem theoretischen zusammenfällt, nur einige Wahrscheinlichkeit zu erlangen, ist es nöthig, eine sehr grosse Anzahl von Zonenschnitten bezüglich ihrer Auslöschungsschiefe zu untersuchen, was allein schon die Bequemlichkeit vorstehender Methode bedeutend verringert. Gewissheit darüber wird man sich jedoch auf keine Weise verschaffen können.

Und doch kann der eben erwähnte Umstand hinreichen, die ganze Bestimmung illusorisch zu machen.

Vorstehende Betrachtungen haben sämmtlich zur stillschweigenden Voraussetzung, dass die in obiger Tabelle angegebenen Zahlenwerthe der Wahrheit möglichst nahekommen. Allein bei näherer Prüfung zeigt es sich, dass diese Daten, welche der Methode von Michel Lévy zur Grundlage dienen, nur in sehr beschränktem Masse als genau angesehen werden dürfen.

Die Bestimmung der Variationen der Auslöschungsschiefen auf Schnitten einer gewissen Zone irgend eines der Plagioklase setzt nemlich die genaue Kenntniss der Lage der beiden optischen Axen gegen die Zonenkante voraus, respective die Kenntniss der krystallographischen Orientirung sei es der Axenebene, sei es der optischen Elastizitätsaxen oder die Kenntniss des wahren Axenwinkels, in letzteren Fällen gleichzeitig noch die Kenntniss der Auslöschungsschiefe auf einer oder der anderen Ebene der Zone.

Michel Lévy hat sich in dieser Beziehung lediglich der von Des Cloizeaux darüber gelieferten Daten bedient, welche oben bereits zum grössten Theile mitgetheilt wurden. Ueber den Grad von Zuverlässigkeit und Genauigkeit, welchen gewisse dieser Angaben beanspruchen dürfen, und welcher bei den Feldspathen vorläufig überhaupt darin erreicht werden kann, wurde bei Besprechung der einzelnen Plagioklase, namentlich des Albites und Labradorites, das Nöthige ebenfalls bereits mitgetheilt.

Allein, abgesehen davon, dass es sich zeigte, dass die wenigsten dieser Angaben geeignet seien, eine mathematisch genaue Behandlung des Gegenstandes zu gestatten, sind dieselben auch in den meisten Fällen für den von Michel Lévy verfolgten Zweck nicht ausreichend.

Um eine Lösung des Problems überhaupt zu ermöglichen, sieht sich derselbe gezwungen, bei Verwendung dieser ohnehin annähernden Daten noch weitere Annahmen zu machen und mit einer weiteren Annäherung an die Wirklichkeit sich zu begnügen.

So denkt er sich im Mikroklin (pag. 457) das Elastizitätsellipsoid um die zweite Mittellinie um einen Winkel von 5^0 gedreht, bis die Zonenkante P/M in die Ebene der beiden Mittellinien zu liegen kommt, beim Albit (pag. 460) eine Drehung desselben um einen Winkel von $4^0\ 28'$, beim Labradorit (pag. 461) eine ähnliche

um einen Winkel von 6° ausgeführt, und zwar in den beiden letzten Fällen um die Durchschnittslinie einer zur spitzen Bissectrix senkrechten mit einer zur Kante P/M senkrechten Ebene, wobei die Kante P/M in den durch die zweite Mittellinie und die Axe der mittleren Elastizität gehenden Hauptschnitt fällt.

Die damals noch sehr unvollständige Kenntniss des optischen Verhaltens des Anorthites gestattete weder eine genauere Angabe der Lage der Axenebene desselben, noch den Versuch einer mathemathischen Behandlung.

Vorstehende Betrachtungen sind gewiss nicht danach angethan, bezüglich der Resultate, welche man auf dem von Michel Lévy vorgeschlagenen Wege zu erwarten hat, grosses Vertrauen zu erwecken.

Nur im Falle sämmtliche der untersuchten Zonenschnitte P/M oder P/k eine sehr geringe Auslöschungsschiefe gegen die Zonenkante besitzen und namentlich auch der Winkel zwischen den Auslöschungsrichtungen der Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz durchwegs sehr klein gefunden wird, wird man mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein eines oligoklasähnlichen, im Falle die betreffende Auslöschungsschiefe und der betreffende Winkel sehr gross gefunden wird und den in der obigen Tabelle angegebenen Minimalwerth überschreitet, hingegen auf das Vorhandensein eines anorthitähnlichen Feldspathes schliessen dürfen, in allen übrigen Fällen, wo die beobachteten Werthe sich zwischen diesen Extremen bewegen, sind die Irrthümer, welche unter nur einigermassen ungünstigen Umständen eintreten können, so gross, dass man auf jede Sicherheit in der Bestimmung von vorneherein verzichten muss, selbst wenn es sich nur darum handelt, zwischen den vier Hauptgruppen der triklinen Feldspathe eine Entscheidung zu treffen.

Mit Rücksicht darauf kann man sich schon damit nicht sehr einverstanden erklären, die eben besprochene Unterscheidungsweise der Mikrolithe der Classification der Eruptivgesteine zu Grunde zu legen, wie dies von Michel Lévy und Fouqué in jüngster Zeit geschehen ist.

Noch entschiedener muss aber jeder Einwand gegen die Tschermak'sche Theorie zurückgewiesen werden, welcher auf die Resultate der erwähnten Methode sich stützt.

Wenn daher pag. 204 der „Introduction à l'Etude de Roches Eruptives Françaises“ von Fouqué und Michel Lévy hervorgehoben wird, dass die mikroskopische Analyse zahlreicher Feldspathgesteine, insbesondere jener von Santorin, verbunden mit der gründlichen chemischen Untersuchung ihrer Gemengtheile es nicht gestatte, die Tschermak'sche Theorie anzunehmen, weil es sich zeige, dass man es in der That jedesmal mit mehreren Feldspathen zu thun habe, welche in dünnen Platten, jeder für sich, die ihnen eigenthümlichen optischen Eigenschaften zeigen, so oft man nicht zu der genauen chemischen Zusammensetzung von Labradorit und von Oligoklas gelange, und dass dieser Beweis bei Mischungen von Labradorit und Anorthit besonders leicht sei, weil die mikroskopischen Krystalle des letzteren Feldspathes durch heisse Chlorwasserstoffsäure leicht angreifbar sind — so ist dagegen zu bemerken, dass in allen diesen Fällen das Vorhandensein von Zwischengliedern zwischen den vier hauptsächlichsten triklinen Feldspatharten durch nichts ausgeschlossen erscheint, dass man jedoch mit Hilfe der Methode von Michel Lévy überhaupt nicht im Stande sei, dieselben als solche zu erkennen oder nachzuweisen.

Nun haben aber gerade die zahlreichen, in der gegenwärtigen Schrift mitgetheilten Untersuchungen im parallelen und convergenten polarisirten Licht, ausgeführt an Stücken, bei denen von einem groben und mechanischen Gemenge mehrerer Feldspatharten keine Rede sein kann, in vollkommener Uebereinstimmung mit den von Des Cloizeaux darüber gelieferten Daten, nicht nur die Existenz von optischen Zwischengliedern über allen Zweifel erhoben, sondern auch den Beweis geliefert, dass die in der Natur vorkomkomenden Kalknatronfeldspathe in optischer Hinsicht eine ganz analoge Reihe bilden, wie nach allen ihren übrigen Eigenschaften.

Dieses Resultat ist aber gerade deswegen von so ausserordentlicher Wichtigkeit, weil eben die Plagioklase als Beispiele isomorpher Mischungen trikliner Substanzen ein ganz besonderes Interesse beanspruchen.

Senarmont hat seinerzeit[1]) eine Anzahl von isomorphen Substanzen (meist künstliche Salze) aus dem tetragonalen,

---

[1]) Poggend. Annalen der Physik und Chemie, 1852, **86**, 162. S. 35 und S. 70 bis 77.

hexagonalen, rhomboëdrischen, rhombischen und monoklinen System hinsichtlich der Erscheinungen ihrer Doppelbrechung näher untersucht und schliesslich auf Grund der an Mischlingskrystallen, namentlich der beiden (Kali- und Ammoniak-) Seignettesalze, gemachten Erfahrungen den Satz ausgesprochen, dass die optischen Eigenschaften eines gemischten Salzes schwankend seien und denen des herrschenden Bestandtheiles sich nähern.

Da nun für die Kalknatronfeldspathe ein ganz ähnliches Verhalten nachgewiesen wurde, indem auch hier jedem bestimmten Mischungsverhältnisse der Endglieder ein bestimmtes optisches Verhalten entspricht, welches demgemäss bald mehr an den Albit, bald mehr an den Anorthit erinnert, so scheint der von Senarmont aufgestellte Satz auch für trikline Substanzen, kurz ganz allgemein Geltung zu haben.

Sehr lehrreich ist besonders ein Vergleich zwischen der von den beiden Seignettesalzen gebildeten Mischungsreihe und der Reihe der Kalknatronfeldspathe.

Obzwar beide in der Hauptsache übereinstimmen, indem sowohl hier als dort ein stetiger und allmäliger Uebergang aus dem optischen Charakter des Anfangsgliedes in denjenigen des Endgliedes stattfindet, ist doch die Art und Weise, in welcher dieser Uebergang sich vollzieht, vermöge des Umstandes, dass die erstere Reihe dem rhombischen, die letztere dem triklinen Krystallsystem angehört, eine wesentlich verschiedene.

Der rhombischen Symmetrie zufolge müssen die drei optischen Elastizitätsaxen mit je einer der krystallographischen Axen ihrer Richtung nach zusammenfallen; es kann also, abgesehen von der Grösse der Doppelbrechung, resp. von der absoluten Grösse des mittleren Brechungsquotienten, ein Unterschied im optischen Verhalten zweier rhombischer Substanzen nur insoferne bestehen, als die Axen der grössten, kleinsten und mittleren Elastizität im Krystalle gleichsam ihre Plätze gegenseitig vertauscht haben.

So haben auch die beiden Seignettesalze, das weinsaure Natron-Kali und das weinsaure Natron-Ammoniak, eine ganz ähnliche Doppelbrechung, eine ganz ähnliche Axendispersion ($\rho > \upsilon$), einen ganz ähnlichen Axenwinkel und stimmen auch darin überein, dass in beiden Salzen die Elastizitätsaxe a mit der krystallographischen Verticalaxe zusammenfällt.

Während jedoch im ersteren die Axe c mit der Brachydiagonale zusammenfällt, so dass die optische Axenebene der Ebene der Längsfläche parallel geht, fällt dieselbe Elastizitätsaxe im letzteren mit der Makrodiagonale zusammen, so dass die Axenebene zwar ebenfalls durch die Verticalaxe, aber gleichzeitig der Querfläche parallel geht, sonach auf der vorigen senkrecht steht.

In den ebenfalls rhombischen Mischlingskrystallen beider Salze kann natürlich die Axenebene keine Zwischenlage zwischen End- und Längsfläche einnehmen, und der Uebergang derselben kann nur durch entsprechende Aenderungen im Axenwinkel vermittelt werden.

Und in der That machte Senarmont die Beobachtung, dass bei wachsenden Antheilen des zweiten Salzes der Axenwinkel sowohl der rothen, als auch der violetten Strahlen allmälig abnimmt, und zwar derjenige für roth viel schneller, so dass die violetten Axen auf ihrer Wanderung von den rothen sehr bald eingeholt werden, in welchem Momente die Dispersion natürlich verschwindet[1]), und dass im weiteren Verlaufe der Axenwinkel für roth zuerst Null wird, worauf die Axen für roth bereits in der dem zweiten Salze entsprechenden Axenebene sich öffnen, während die Axen für violett noch in der ursprünglichen Ebene zurückgeblieben sind und erst später den rothen Axen in ihrer neuen Orientirung nachfolgen.

Bei den Plagioklasen ist hingegen der Vorgang viel complicirter.

Zwar stehen auch hier die Axenebenen im Albit und Anorthit aufeinander nahezu senkrecht; allein die Axen der grössten, kleinsten und mittleren Elastizität besitzen in beiden Substanzen eine gänzlich verschiedene Lage, weshalb eine Aenderung der relativen Grössenverhältnisse der den betreffenden Axen entsprechenden Elastizitätscoëfficienten nicht mehr hinreicht, um den Uebergang aus dem Verhalten des Albites in das des Anorthites zu vermitteln.

Es werden vielmehr, abgesehen von allen Variationen im Axenwinkel und in der Dispersion, die Elastizitätsaxen selbst in den Zwischengliedern eine immer andere Lage einnehmen müssen

---

[1]) Aehnlich wie in gewissen Labradoriten.

und es werden diese Aenderungen in der optischen Orientirung gleichfalls nicht für alle Farben in gleicher Weise erfolgen.

Dadurch eben, dass die Wanderung der Mittellinien und die Drehung der Axenebene, welche wir theils direct, theils indirect (mit Hilfe der Auslöschungsschiefe) verfolgen konnten, mit einem gleichzeitigen Schwanken des Axenwinkels verbunden ist, kommt jene Mannigfaltigkeit und Abwechslung der Interferenz- und namentlich der Dispersionserscheinungen zu Stande, deren wir bereits oben ausführlicher gedachten und zu deren richtigem Verständniss die Tschermak'sche Theorie erst den Schlüssel geliefert hat.

Und so hat sich aufs Neue die Wahrheit bewährt, welche das Walten der Natur in so bezeichnender Weise ausdrückt, die Wahrheit nemlich, dass eine hohe Gesetzmässigkeit auch die complicirtesten Erscheinungen beherrscht, wenngleich es nicht immer dem ersten Blicke gelingt, ihre scheinbaren Anomalien zu enträthseln.

Wien, mineralogisch-petrographisches Universitäts-Institut, im Juli 1880.

Erklärung der Tafeln.

Tafel II.

Diese Tafel enthält die nach der Natur gezeichneten Bilder der Interferenzerscheinungen, welche die wichtigsten Plagioklasmischungen und der (zum Vergleiche beigefügte) Mikroklin auf Spaltblättchen parallel *P* und parallel *M* zwischen gekreuzten Nicols unter dem Nörremberg'schen Polarisationsinstrumente zeigen.

Diese Interferenzbilder beziehen sich auf die oberen Endflächen und auf die rechten Längsflächen der Krystalle, bei der S. 149 und S. 150 besprochenen Aufstellung derselben; gleichzeitig befinden sie sich sämmtlich in der gleichen, durch die Figuren 1 und 2 angegebenen Lage.

Man braucht sich daher die einzelnen Bilder nur mit sich selbst parallel verschoben zu denken, bis ihr Umkreis mit dem Umkreise der Figuren 1 oder 2 zusammenfällt, um eine richtige Vorstellung von der krystallographischen Orientirung der scheinbaren optischen Axen und der scheinbaren optischen Axenebene zu erhalten, soweit sich der Verlauf der Axenebene nemlich in den Lemniskaten der Interferenzkurven zu erkennen gibt.

Dort, wo die Lemniskaten nicht mehr hinreichen, um den scheinbaren Verlauf der Axenebene erkennen zu lassen, erscheint dafür die eine oder die andere der beiden optischen Axen so weit in das Gesichtsfeld gerückt, dass man bei einer Drehung des Präparates zwischen den gekreuzten Nicols einen Theil des zugehörigen Hyperbelarmes hin und her wandern sieht.

In den Figuren 5, 6 und 7, (*a* und *b*), gibt eine zu dem daselbst verzeichneten Hyperbelast senkrecht gezogene Linie den ungefähren Verlauf der Trace der Axenebene auf der betreffenden Fläche an, weil sämmtliche Figuren so gezeichnet sind, als ob sich die Nicolhauptschnitte zu der (auf andere Weise ermittelten) Trace der Axenebene auf *M* und *P* beiläufig in der 45°-Stellung befänden.

Fig. 1. Rechte Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles; wie aus der Bezeichnung hervorgeht, liegt die stumpfe Kante *P*/*M* oben.

Fig. 2. Obere Endfläche eines orientirt gestellten Krystalles; die stumpfe Kante liegt rechts, wie ebenfalls leicht ersichtlich.

Interferenzbilder auf *M*.

Fig. 3. Albit
Fig. 4. Oligoklas
Fig. 5*a*. Labradorit
Fig. 6*a*. Bytownit
Fig. 7*a*. Anorthit

In einer von rechts unten nach links oben aufsteigenden Reihe angeordnet, so dass das Anfangsglied der Plagioklasreihe (Albit) am tiefsten, das Endglied (Anorthit) am höchsten zu stehen kommt.

Fig. 8. Mikroklin.

Interferenzbilder auf *P*.

Fig. 5*b*. Labradorit
Fig. 6*b*. Bytownit
Fig. 7*b*. Anorthit.

Dieselben sind über den zugehörigen Interferenzbildern auf *M* angebracht, so dass man unschwer bemerkt, wie sich dieselben gegenseitig ergänzen.

Tafel III.

Tafel III bezweckt eine übersichtliche Darstellung der um die positive Mittellinie (c) der vier am häufigsten vorkommenden Mischungsglieder der Plagioklasreihe, nemlich Albit, Oligoklas, Labradorit und Anorthit, auftretenden Dispersionserscheinungen, welche man an geeigneten Präparaten im Schneider'schen Apparate beobachten kann.

Wenn man die rechte Längsfläche eines orientirt gestellten Krystalles im Auge hat, so kann man im Allgemeinen von einer nach vorn (unten) und einer nach hinten (oben) austretenden optischen Axe sprechen. Erstere ist in der obersten Figur mit *a* bezeichnet und links abgebildet, letztere ebendaselbst mit *b* bezeichnet und rechts abgebildet. Die gleiche Bezeichnungsweise hat auch für alle übrigen Figuren Giltigkeit.

Die Hauptschnitte der gekreuzten Nicols sind bei sämmtlichen Figuren den Seiten der Tafel parallel (horizontal und vertical) gestellt zu denken.

Die linke Reihe von Figuren (1*a*, 2*a*, 3*a*, 4*a*) gibt ein schematisches Bild von der Farbenvertheilung, welche in den Interferenzkurven in dem Momente herrscht, wo sich die Präparate in der 90°-Stellung zu den Nicolhauptschnitten befinden; die optische Axenebene verläuft in dieser Reihe horizontal, d. i. querüber von links nach rechts.

Die rechts stehende Reihe von Figuren (1*b*, 2*b*, 3*b*, 4*b*) gibt ein schematisches Bild von der Farbenvertheilung für den Moment, wo die Präparate sich in der 45°-Stellung befinden; hier verläuft die optische Axenebene in schräger Richtung von links unten nach rechts oben.

Fig. 1*a* und 1*b*: Albit.

$\varrho < v$; weniger deutliche geneigte und schwache horizontale bei einer Spur von gekreuzter Dispersion.

Fig. 2*a* und 2*b*: Oligoklas.

$\varrho < v$; die geneigte Dispersion schon mehr zurücktretend, die horizontale verschwunden, dagegen schwache gekreuzte Dispersion auch in der Färbung am Horizontalbalken angedeutet.

Fig. 3*a* und 3*b*: Labradorit.

$\varrho > v$; vorherrschende gekreuzte, nicht eben starke geneigte Dispersion, (letztere jedoch entgegengesetzt wie beim Oligoklas).

Fig. 4*a* und 4*b*: Anorthit.

$\varrho > v$; von allen übrigen Dispersionen nur undeutliche Spuren.

Die nähere Beschreibung und Vervollständigung der Figuren ist im III. Abschnitte des Textes zu finden, wo die an diesen, sowie an verschiedenen anderen Plagioklasen im convergenten polarisirten Lichte gemachten Beobachtungen ausführlich mitgetheilt wurden.

Tafel IV.

Tafel IV bringt eine Zeichnung zweier die Auslöschungsschiefen sämmtlicher Plagioklase auf *P* und *M* umfassenden Kurven, zu deren Construction die mittelst der Formeln I und II, S. 253 und S. 254 des Textes, für alle, um 5 Molekularprocente im Anorthitgehalte von einander abweichenden, zwischen reinem Albit und reinem Anorthit gelegenen Mischungen berechneten Werthe verwendet wurden.

Die Ordinatenaxe YY' des Coordinatensystems, auf welches die beiden Kurven bezogen sind, fällt mit dem linken Seitenrande des von dem quadratischen Netzgitter bedeckten Rechteckes zusammen, der Ursprung (O) des Coordinatensystems liegt im obersten Drittel der Ordinatenaxe, und von hier aus verläuft die gleichfalls durch eine stärkere Linie gekennzeichnete Abscissenaxe OX parallel zur längeren Seite des erwähnten Rechteckes.

Die Abscissenaxe ist in 100 gleiche Theile getheilt; die Theilung hat natürlich ihren Nullpunkt in der Ordinatenaxe und schreitet von da aus nach rechts fort, wie durch die am unteren Rande der Tafel angeschriebenen Ziffern deutlich gemacht wird.

Beim Nullpunkte der Theilung (ganz links also) steht *Ab*, beim Theilstriche 100 (ganz rechts) steht *An*. Im Albit (*Ab*) ist der Gehalt an Molekularprocenten der Anorthitsubstanz gleich Null, im Anorthit (*An*) selbst gleich 100.

Jeder Theilstrich bedeutet sonach eine Zunahme des Anorthitgehaltes der Mischung um 1 Molekularprocent.

Hier am unteren Rande sind ferner die wichtigsten Glieder der Mischungsreihe Ab_n An_o an der ihnen vermöge ihres Anorthitgehaltes gebührenden Stelle angebracht.

Die Ordinatenaxe ist ebenfalls in eine Anzahl gleicher Theile getheilt, die an Grösse den Theilen der Abscissenaxe vollkommen gleich sind. Diese Theilung ist am rechten Seitenrande der Tafel mit Ziffern versehen.

Dabei ist auf den Umstand Rücksicht genommen, dass die über der Abscissenaxe liegenden Ordinaten positive, die unter derselben liegenden Ordinaten hingegen negative Werthe repräsentiren, weshalb der Nullpunkt der Theilung natürlich in der Abscissenaxe liegen muss.

Auf der Ordinatenaxe bedeutet jeder Theilstrich nach aufwärts eine Zunahme des positiven Werthes der Auslöschungsschiefe um einen Grad, nach abwärts eine Zunahme des negativen Werthes derselben gleichfalls um einen Grad. Nach aufwärts geht die Theilung bis + 20°, nach abwärts bis — 40°.

Es gibt sonach für jeden Punkt der Kurve sein Abstand von der Abscissenaxe die Auslöschungsschiefe in Graden, sein Abstand von der Ordinatenaxe das Mischungsverhältniss des durch diesen Punkt repräsentirten Plagioklases in Molekularprocenten seines Anorthitgehaltes an.

Berichtigung.

In dem vorstehenden Aufsatze, Seite 199, Zeile 12 soll es heissen: 2 *Ha* = 88° 15′ (roth), 87° 48′ (blau) statt 2 *Ha* = 89° 10′ (roth), 87° 49′ (blau); desgleichen auf Zeile 14: 2 *Ha* = 89° 10′ (roth), 87° 49′ (blau) anstatt 2 *Ha* = 88° 25′ (roth), 86° 44′ (blau). M. S.

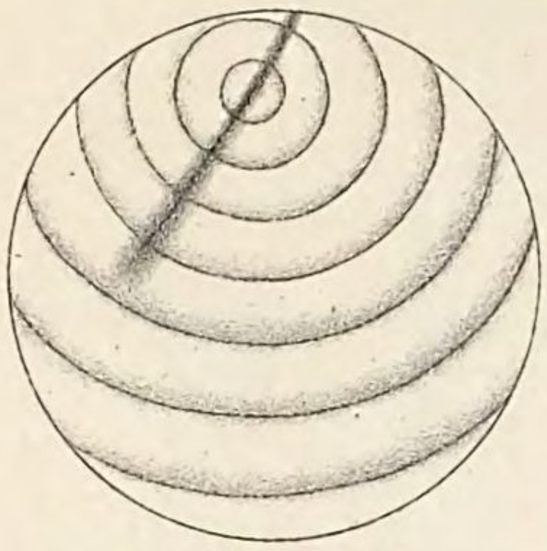


Fig. 7.b.

Anorthit (P)

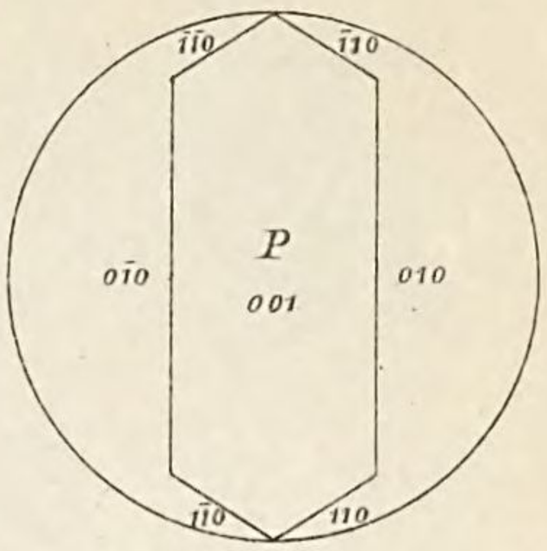
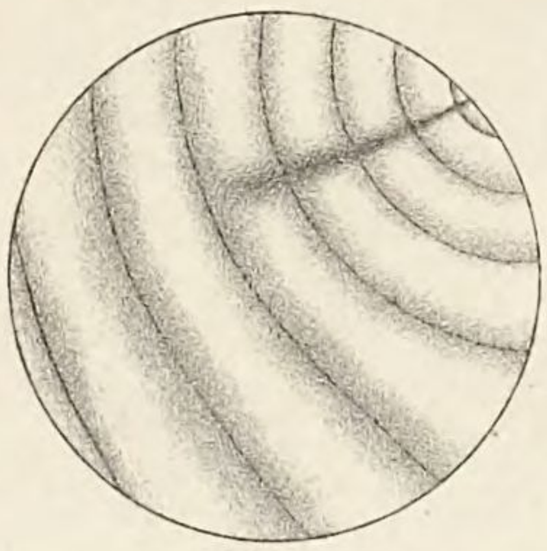
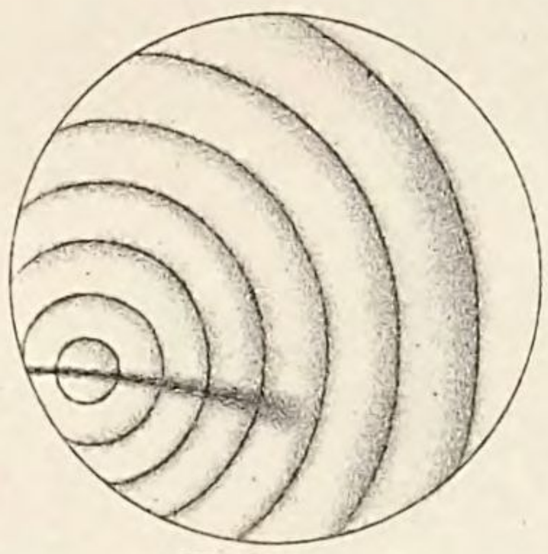


Fig. 2.



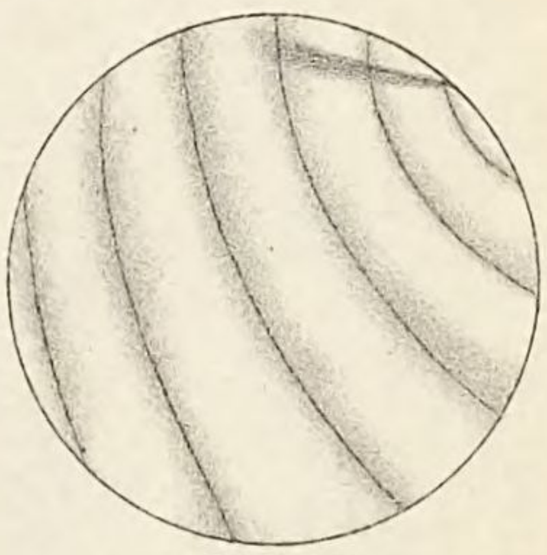
Bytownit (P)

Fig. 6.b.



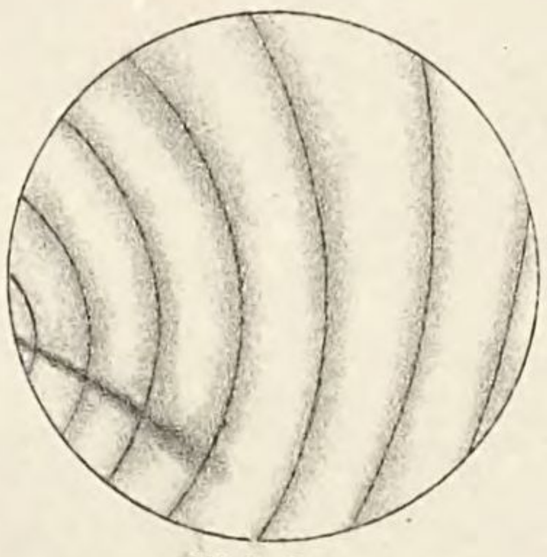
Anorthit (M)

Fig. 7.a.



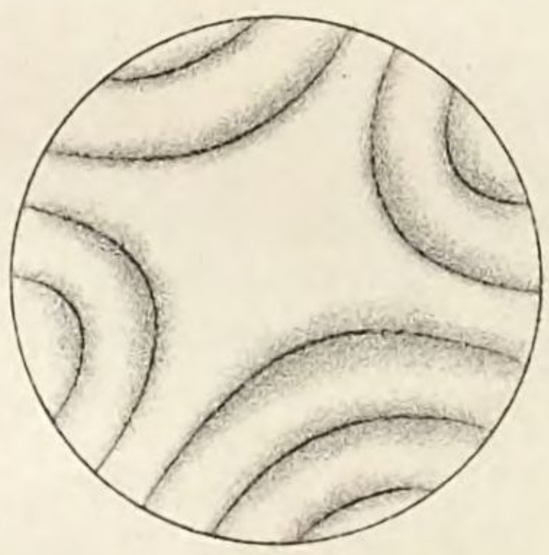
Labra dorit (P)

Fig. 5.b.



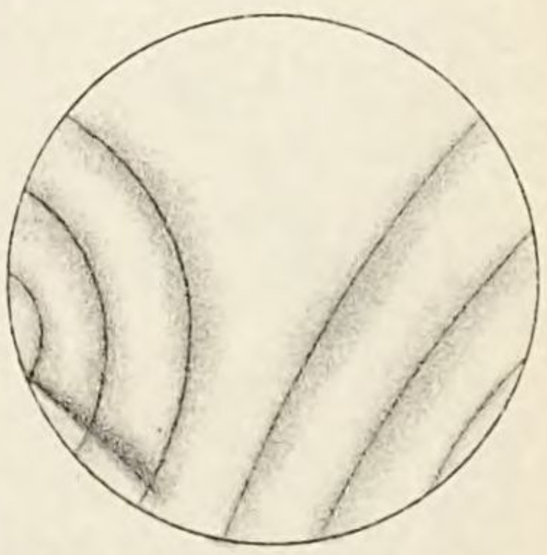
Bytownit (M)

Fig. 6.a.



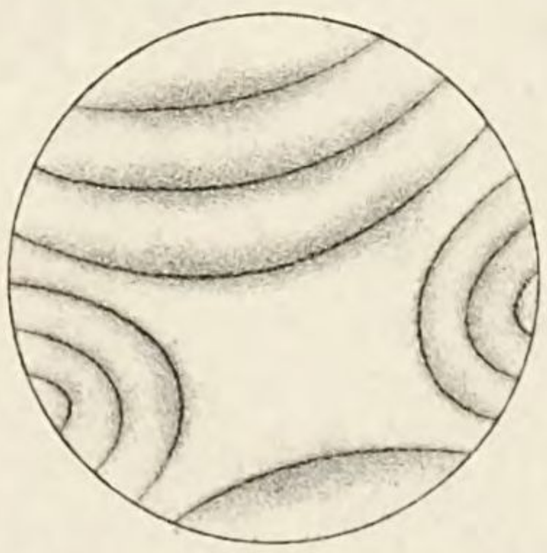
Oligoklas (M)

Fig. 4.



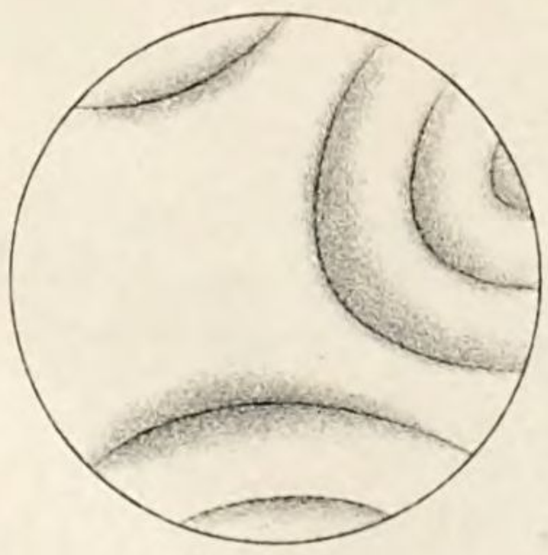
Labra dorit (M)

Fig. 5.a.



Albit (M)

Fig. 3.



Mikroklin (M)

Fig. 8.

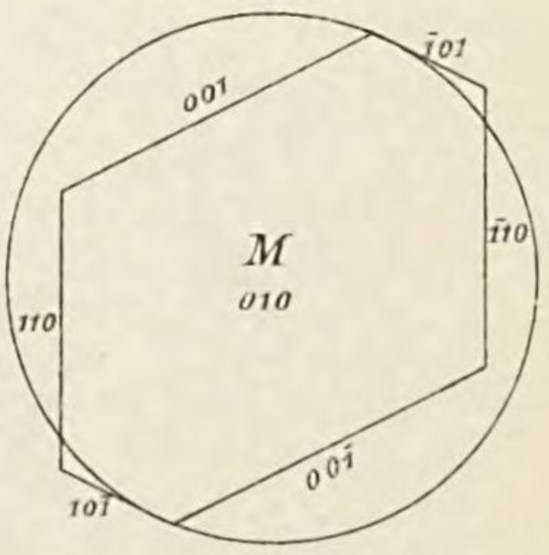


Fig. 1.

Autor del.

Lith. Anst. v. E. Köke in Wien.

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft II u. III.

Verlag v. Alfred Hölder k.k. Hof u. Universitäts Buchhändler.

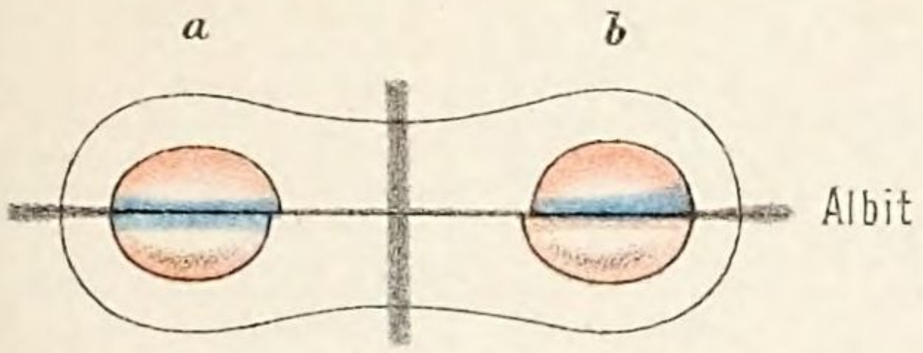


Fig. 1.a.

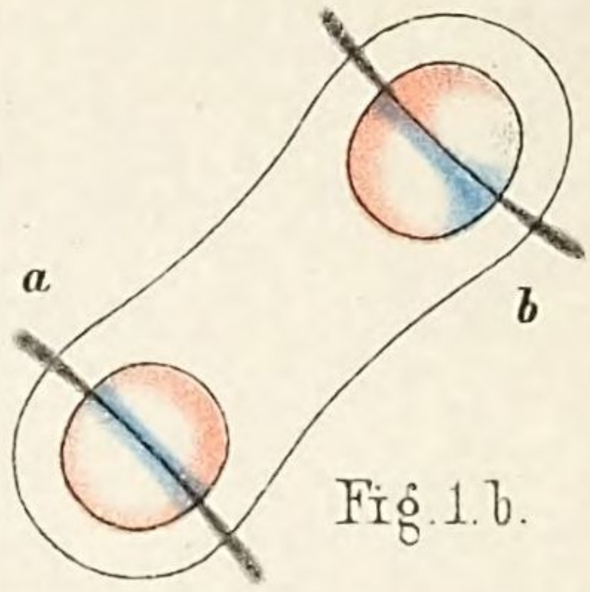


Fig. 1.b.

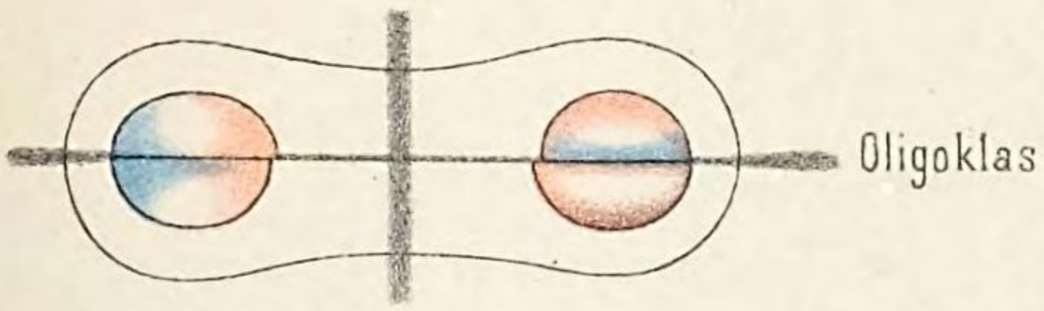


Fig. 2.a.

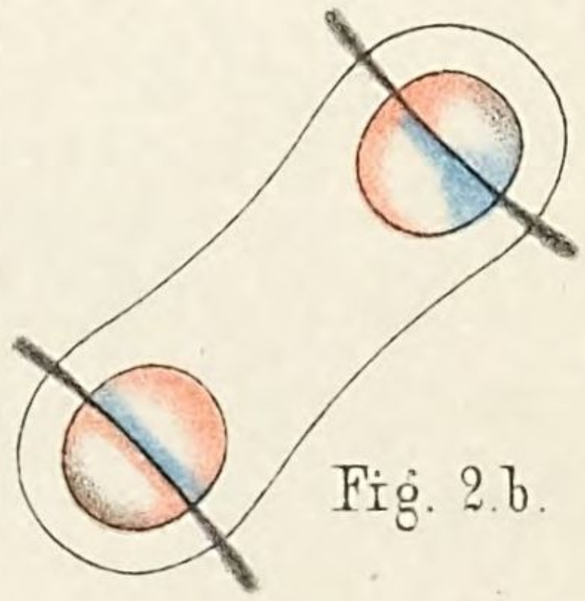


Fig. 2.b.

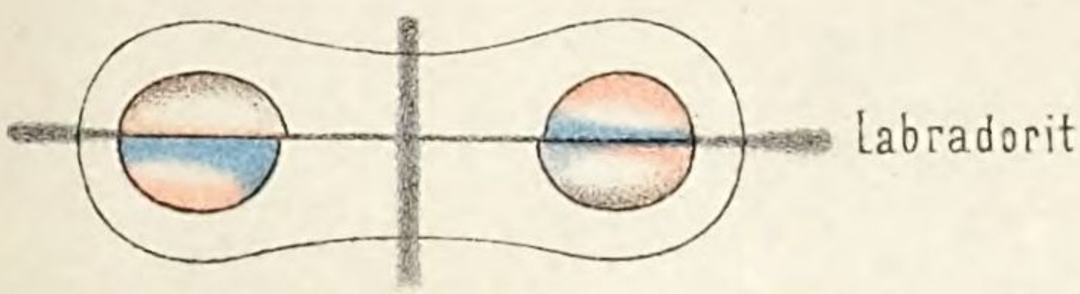


Fig. 3.a.

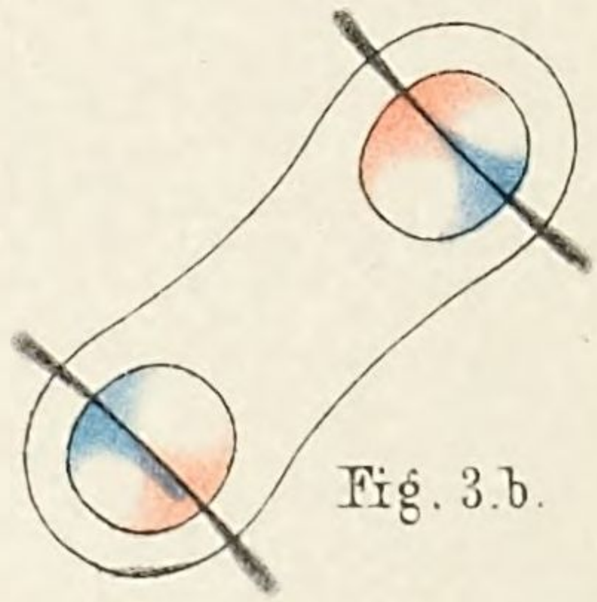


Fig. 3.b.

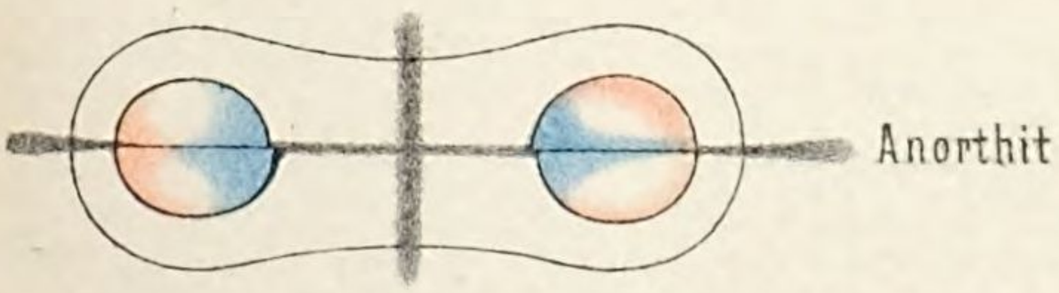


Fig. 4.a.

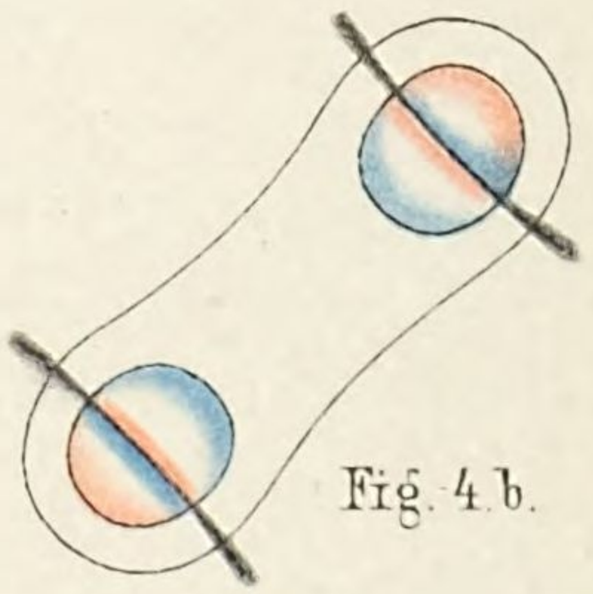


Fig. 4.b.

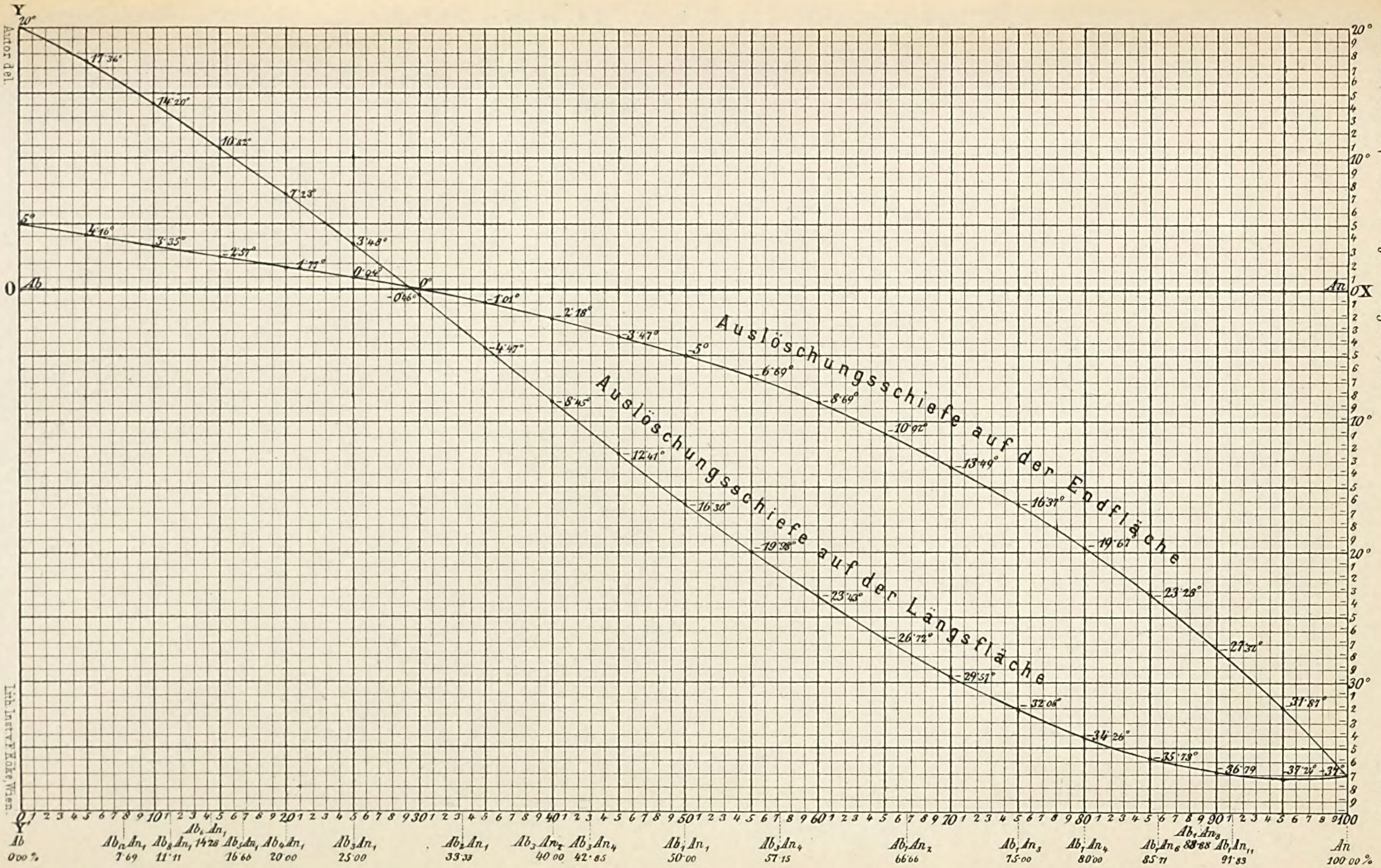
Autor del.

Lith. Anst v. F. Köke in Wien.

Tschermak: Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd. Heft II u. III.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof-u. Universitäts Buchhändler.

Max Schuster: Opt Orientirung der Plagioklase.



Tafel IV.

Tschermak Mineralogische u. petrograph. Mittheilungen III Bd Heft II u. III.

Verlag v. Alfred Hölder, kk Hof- u. Universitäts Buchhändler.

Lith. Inst. v. F. Kake, Wien.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- & Universitäts-Buchhändler in Wien
Rothenthurmstrasse 15.

DIE GEOLOGIE

und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Oesterr.-Ungar. Monarchie

von **Franz Ritter von Hauer**

Director der kais. kön. geolog. Reichsanstalt.

Zweite vermehrte Auflage, mit 691 Original-Holzschnitten.

Preis complet broschirt: fl. 10 = 20 M., elegant in Leinwand gebunden: fl. 11 = 22 M., in Halbfranzband: fl. 11.50 = 23 M.

Hierzu erschien in **dritter, verbesserter** Auflage:

Geologische Uebersichtskarte der Oesterr.-Ungar. Monarchie

von **Franz Ritter von Hauer**

Director der kais. kön. geolog. Reichsanstalt.

1 Blatt von 63 Centim. Höhe und 92 Centim. Breite, Kunstdruck in 21 Farben.

Preis in Umschlag gebrochen oder flach fl. 6 = Mk. 12.
Auf Leinwand aufgezogen in Mappe fl. 7 = Mk. 14.

Für Käufer von „HAUER, GEOLOGIE“ tritt der **ermässigte Preis** von **fl. 5.— = 10 M.** für brochirte und **fl. 6.— = 12 M.** für auf Leinwand gespannte Exemplare ein und ist jede Buchhandlung in den Stand gesetzt, die Karte zu diesem Preise gegen Einsendung des dem genannten Werke beigehefteten Bestellzettels zu liefern.

Geologische Gruben-Revier-Karte

des **Kohlenbeckens** von

Teplitz-Dux-Brüx im nordwestlichen Böhmen.

Nach den neuesten Aufnahmen entworfen und herausgeg. von

Heinrich Wolf,

k. k. Bergrath und Chef-Geologe der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

16 Blätter in Farbendruck, Bildgrösse 54 : 70 Cm. nebst erläuterndem Texte.
In 4 Lieferungen. — Preis à Lieferung 6 fl. = 12 M.
Erschienen sind Lfg. 1, 2 u. 3.

Unter der Presse befindet sich und erscheint in Kürze:

Beiträge

zur

Paläontologie Oesterreich-Ungarns und der angrenzenden Gebiete

herausgegeben von

Oberbergrath **E. v. Mojsisovics** und Prof. Dr. **M. Neumayr.**

Jährlich: Ein Quartband von etwa 15 Bogen Text und 30 lith. Tafeln.
Preis 20 fl. = 40 Mark.

Ferner:

ARCHIV FÜR PRACTISCHE GEOLOGIE

herausgegeben von

Fr. Pošepný, k. k. Bergrath.

I. Band. Preis: circa 12 fl. = 24 Mk.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- & Universitäts-Buchhändler in Wien
Rothenthurmstrasse 15.

DRUCK VON J. C. FISCHER & COMP. WIEN.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schuster, Max

Über die optische Orientierung der Plagioklase

Wien 1880
Lith. 34 dc#Beibd.1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11647390-5